

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月 2日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-193476

[ST.10/C]:

[JP2002-193476]

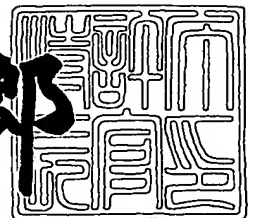
出 願 人
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 5月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3034904

【書類名】 特許願

【整理番号】 1014965

【提出日】 平成14年 7月 2日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 F01N 3/02
F01N 3/08

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中谷 好一郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 広田 信也

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に流入する排気ガス中の SO_X を一時的に蓄える SO_X 蓄積剤を配置すると共に、該 SO_X 蓄積剤下流の排気通路内に酸化能を有する補助触媒を配置し、 SO_X 蓄積剤内に蓄えられている SO_X が SO_X 蓄積剤から排出されるときに、補助触媒の雰囲気、補助触媒内に流入する排気ガス中の還元剤の量が許容下限量よりも少なくかつ補助触媒の温度が許容上限温度よりも高いサルフェート生成雰囲気にあるときには、補助触媒の雰囲気をサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更し、サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気にあるときには、補助触媒の雰囲気をサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に保持するようにした内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 前記補助触媒の雰囲気を前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更するか又は前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に保持するために、補助触媒の温度を前記許容上限温度以下に低下させるか又は前記許容上限温度以下に保持するようにした請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 前記補助触媒の雰囲気を前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更するか又は前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に保持するために、補助触媒に流入する排気ガス中の還元剤の量を前記許容最小量以上に増大させるか又は前記許容最小量以上に保持するようにした請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に流入する排気ガス中の SO_X を一時的に蓄える SO_X 蓄積剤を配置すると共に、該 SO_X 蓄積剤下流の排気通路内に酸化能を有する補助触媒を配置し、補助触媒の雰囲気が、補助触媒内に流入する排気ガス中の還元剤の量が許容下限量よりも少なくかつ補助触媒の温度が許容上限温度よりも高いサルフェート生成雰囲気にあるとき又はなったときには、 SO_X 蓄積剤内に蓄えられている SO_X が SO_X 蓄積剤から排出されるのを阻止するか又は抑制するようにした内燃機

関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記 SO_X 蓄積剤を、流入する排気ガス中の SO_X を硫酸塩の形で蓄える蓄積剤から形成した請求項1又は4に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 前記 SO_X 蓄積剤を、流入する排気ガス中の SO_X を硫酸塩を形成することなく蓄える蓄積剤から形成した請求項1又は4に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に、流入する排気ガス中の SO_X を一時的に蓄える SO_X 蓄積剤、例えば NO_X 触媒を配置し、 NO_X 触媒を迂回して NO_X 触媒上流の排気通路と NO_X 触媒下流の排気通路とを互いに接続するバイパス通路を設け、ほぼ全ての排気ガスを NO_X 触媒内に導く位置と、排気ガスのわずかな一部を NO_X 触媒内に導きながら残りの排気ガスをバイパス通路内に導くバイパス位置との間を切替可能な切替弁を具備し、 NO_X 触媒内に蓄えられている SO_X を NO_X 触媒から排出させるべきときには、切替弁をバイパス位置に保持しつつ、 NO_X 触媒内に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比又はリッチに切り替えるようにした内燃機関の排気浄化装置が知られている。切替弁がバイパス位置に保持されると NO_X 触媒内に流入する排気ガスの量が低減されるので、 NO_X 触媒内に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比又はリッチにするのに必要な還元剤の量を低減することができる。 NO_X 触媒内に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチに切り替えられると NO_X 触媒内に蓄えられていた SO_X が SO_2 、 H_2S の形で NO_X 触媒から排出され、 NO_X 触媒内に蓄えられている SO_X の量が減少する。

【0003】

ところが、切替弁がバイパス位置に保持されるとこのとき大部分の排気ガスが NO_X 触媒を迂回することになり、その結果多量の HC 、 CO が大気中に排出される恐れがある。

【0004】

NO_X 触媒内に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチであっても、バイパス通路の流出端が開口する部分よりも下流の排気通路内を流通する排気ガスの平均空燃比はリーンになっている。そこで、バイパス通路の流出端が開口する部分よりも下流の排気通路内に酸化能を有する補助触媒を配置すれば、この問題点は解決できると考えられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、補助触媒の温度が高いときに補助触媒内に流入する排気ガス中の還元剤量が少ないと、このとき NO_X 触媒から排出された SO_2 、 H_2S がこの補助触媒でサルフェート SO_3 に酸化され、次いで SO_3 の形で大気中に排出されるという問題点がある。

【0006】

そこで本発明の目的は、大気中に排出されるサルフェートの量を低減することのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために1番目の発明によれば、リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に流入する排気ガス中の SO_X を一時的に蓄える SO_X 蓄積剤を配置すると共に、該 SO_X 蓄積剤下流の排気通路内に酸化能を有する補助触媒を配置し、 SO_X 蓄積剤内に蓄えられている SO_X が SO_X 蓄積剤から排出されるときに、補助触媒の雰囲気、補助触媒内に流入する排気ガス中の還元剤の量が許容下限量よりも少なくかつ補助触媒の温度が許容上限温度よりも高いサルフェート生成雰囲気にあるときには、補助触媒の雰囲気をサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更し、サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気にあるときには、補助触媒の雰囲気をサルフェート生成雰囲気以外の雰囲

気に保持するようにしている。

【0008】

また、2番目の発明によれば1番目の発明において、前記補助触媒の雰囲気を前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更するか又は前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に保持するために、補助触媒の温度を前記許容上限温度以下に低下させるか又は前記許容上限温度以下に保持するようにしている。

【0009】

また、3番目の発明によれば1番目又は2番目の発明において、前記補助触媒の雰囲気を前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更するか又は前記サルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に保持するために、補助触媒に流入する排気ガス中の還元剤の量を前記許容最小量以上に増大させるか又は前記許容最小量以上に保持するようにしている。

【0010】

また、前記課題を解決するために4番目の発明によれば、リーン空燃比のもとで継続して燃焼が行われる内燃機関の排気通路内に流入する排気ガス中の SO_X を一時的に蓄える SO_X 蓄積剤を配置すると共に、該 SO_X 蓄積剤下流の排気通路内に酸化能を有する補助触媒を配置し、補助触媒の雰囲気が、補助触媒内に流入する排気ガス中の還元剤の量が許容下限量よりも少なくかつ補助触媒の温度が許容上限温度よりも高いサルフェート生成雰囲気にあるとき又はなったときには、 SO_X 蓄積剤内に蓄えられている SO_X が SO_X 蓄積剤から排出されるのを阻止するか又は抑制するようにしている。

【0011】

また、5番目の発明によれば1番目又は4番目の発明において、前記 SO_X 蓄積剤を、流入する排気ガス中の SO_X を硫酸塩の形で蓄える蓄積剤から形成している。

【0012】

また、6番目の発明によれば1番目又は4番目の発明において、前記 SO_X 蓄積剤を、流入する排気ガス中の SO_X を硫酸塩を形成することなく蓄える蓄積剤から形成している。

【 0 0 1 3 】

なお、本明細書では排気通路の或る位置よりも上流の排気通路、燃焼室、及び吸気通路内に供給された空気と炭化水素HC及び一酸化炭素COのような還元剤との比をその位置における排気ガスの空燃比と称している。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

図1は本発明を圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示している。なお、本発明は火花点火式内燃機関にも適用することもできる。

【 0 0 1 5 】

図1を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5は燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は吸気弁、8は吸気ポート、9は排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介して排気ターボチャージャ14のコンプレッサ15に連結される。吸気ダクト13内にはステップモータ16により駆動されるスロットル弁17が配置され、更に吸気ダクト13周りには吸気ダクト13内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置18が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置18内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。

【 0 0 1 6 】

一方、排気ポート10は排気マニホールド19及び排気管20を介して排気ターボチャージャ14の排気タービン21に連結され、排気タービン21の出口は排気管20aを介して触媒コンバータ22に接続される。

【 0 0 1 7 】

図1と共に図2を参照すると、触媒コンバータ22はステップモータ60により駆動される切替弁61を具備し、この切替弁61の流入ポート62に排気管20aの出口が接続される。また、流入ポート62に対向する切替弁61の流出ポート63には触媒コンバータ22の排気ガス排出管64が接続される。切替弁61は更に、流入ポート62及び流出ポート63を結ぶ直線の両側において互に対向する一对の流入流出ポート65、66を有しており、これら流入流出ポート

65, 66には触媒コンバータ22の環状排気管67の両端がそれぞれ接続される。なお、排気ガス排出管64の出口には排気管23が接続される。

【0018】

環状排気管67は排気ガス排出管64を貫通して延びており、環状排気管67の排気ガス排出管64内に位置する部分にはフィルタ収容室68が形成される。このフィルタ収容室68内には排気ガス中の微粒子を捕集するためのパティキュレートフィルタ69が収容される。なお、図2において69a及び69bはパティキュレートフィルタ69の一端面及び他端面をそれぞれ示している。

【0019】

パティキュレートフィルタ69の一端面69aを含む触媒コンバータ22の部分縦断面図を示す図2(A)、及び触媒コンバータ22の部分横断面図を示す図2(B)に示されるようにパティキュレートフィルタ69はハニカム構造をなしており、互いに平行をなして延びる複数個の排気ガス通路70, 71を具備する。これら排気ガス通路は一端が開放されかつ他端がシール材72により閉塞されている排気ガス通路70と、他端が開放されかつ一端がシール材73により閉塞されている排気ガス通路71とにより構成される。なお、図2(A)においてハッチングを付した部分はシール材73を示している。これら排気ガス通路70, 71は例えばコージェライトのような多孔質材から形成される薄肉の隔壁74を介して交互に配置される。云い換えると排気ガス通路70, 71は各排気ガス通路70が4つの排気ガス通路71によって包囲され、各排気ガス通路71が4つの排気ガス通路70によって包囲されるように配置される。

【0020】

パティキュレートフィルタ69上には後述するように NO_x 触媒81が担持されている。一方、切替弁61の流出ポート63と環状排気管67が貫通している部分との間の排気ガス排出管64内には触媒収容室75が形成されており、この触媒収容室75内にはハニカム構造の基材に担持された酸化能を有する補助触媒76が収容される。

【0021】

また、切替弁61の流入流出ポート65とパティキュレートフィルタ69間の

環状排気管 6 7 にはパティキュレートフィルタ 6 9 に還元剤を供給するための電気制御式還元剤供給弁 7 7 が取り付けられる。還元剤供給弁 7 7 には電気制御式の還元剤ポンプ 7 8 から還元剤が供給される。本発明による実施例では還元剤として内燃機関の燃料即ち軽油が用いられている。なお、本発明による実施例では流入流出ポート 6 6 とパティキュレートフィルタ 6 9 間の環状排気管 6 7 に還元剤供給弁が配置されていない。

【 0 0 2 2 】

更に図 1 を参照すると、排気マニホールド 1 9 とサージタンク 1 2 とは排気ガス再循環（以下、E G R と称す）通路 2 4 を介して互いに連結され、E G R 通路 2 4 内には電気制御式 E G R 制御弁 2 5 が配置される。また、E G R 通路 2 4 周りには E G R 通路 2 4 内を流れる E G R ガスを冷却するための冷却装置 2 6 が配置される。図 1 に示される実施例では機関冷却水が冷却装置 2 6 内に導かれ、機関冷却水によって E G R ガスが冷却される。

【 0 0 2 3 】

一方、各燃料噴射弁 6 は燃料供給管 6 a を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール 2 7 に連結される。このコモンレール 2 7 内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ 2 8 から燃料が供給され、コモンレール 2 7 内に供給された燃料は各燃料供給管 6 a を介して燃料噴射弁 6 に供給される。コモンレール 2 7 にはコモンレール 2 7 内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ 2 9 が取付けられ、燃料圧センサ 2 9 の出力信号に基づいてコモンレール 2 7 内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ 2 8 の吐出量が制御される。

【 0 0 2 4 】

電子制御ユニット 4 0 はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 4 1 によって互いに接続された ROM（リードオンリメモリ）4 2、RAM（ランダムアクセスメモリ）4 3、CPU（マイクロプロセッサ）4 4、入力ポート 4 5 及び出力ポート 4 6 を具備する。燃料圧センサ 2 9 の出力信号は対応する A D 変換器 4 7 を介して入力ポート 4 5 に入力される。補助触媒下流 7 6 下流の排気ガス排出管 6 4 には補助触媒 7 6 から流出した排気ガスの温度を検出するための温度センサ 4 8 が取り付けられ、温度センサ 4 8 の出力電圧は対応する A D 変換器 4

7を介して入力ポート45に入力される。この排気ガスの温度は補助触媒76の温度を表している。排気管20aには排気管20a内の圧力、即ち機関背圧を検出するための圧力センサ49が取り付けられ、圧力センサ49の出力電圧は対応するAD変換器47を介して入力ポート45に入力される。また、アクセルペダル50にはアクセルペダル50の踏み込み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ51が接続され、負荷センサ51の出力電圧は対応するAD変換器47を介して入力ポート45に入力される。更に入力ポート45にはクランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ52が接続される。

【0025】

一方、出力ポート46は対応する駆動回路53を介して燃料噴射弁6、スロットル弁駆動用ステップモータ16、EGR制御弁25、燃料ポンプ28、切替弁駆動用ステップモータ60、還元剤供給弁77、及び還元剤剤ポンプ78にそれぞれ接続される。

【0026】

切替弁61は通常、図3(B)において実線で示される位置と破線で示される位置とのうちいずれか一方に位置せしめられる。切替弁61が図3(B)において実線で示される位置に位置せしめられると、流入ポート62が切替弁61によって流出ポート63及び流入流出ポート66との連通が遮断されながら流入流出ポート65に連通され、流出ポート63が切替弁61によって流入流出ポート66に連通される。その結果、図3(B)において実線の矢印で示されるように排気管20a内を流通する全ての排気ガスが流入ポート62及び流入流出ポート65を順次介して環状排気管67内に流入し、次いでパティキュレートフィルタ69を通過した後に流入流出ポート66及び流出ポート63を順次介して排気ガス排出管64内に流出する。

【0027】

これに対し、切替弁61が図3(B)において破線で示される位置に位置せしめられると、流入ポート62が切替弁61によって流出ポート63及び流入流出ポート65との連通が遮断されながら流入流出ポート66に連通され、流出ポー

ト 6 3 が切替弁 6 1 によって流入流出ポート 6 5 に連通される。その結果、図 3 (B) において破線の矢印で示されるように排気管 2 0 a 内を流通する全ての排気ガスが流入ポート 6 2 及び流入流出ポート 6 6 を順次介して環状排気管 6 7 内に流入し、次いでパティキュレートフィルタ 6 9 を通過した後に流入流出ポート 6 5 及び流出ポート 6 3 を順次介して排気ガス排出管 6 4 内に流出する。

【 0 0 2 8 】

このように切替弁 6 1 の位置を切り替えることによって環状排気管 6 7 内における排気ガスの流れが反転する。言い換えると、排気ガスが NO_x 触媒 8 1 内にその一端面を介し流入し NO_x 触媒 8 1 からその他端面を介し流出するように排気ガスを案内するか、又は NO_x 触媒 8 1 内にその他端面を介し流入し NO_x 触媒 8 1 からその一端面を介し流出するように排気ガスを案内するかを切り替え可能になっている。以下では、図 3 (B) において実線で示される排気ガスの流れを順流と称し、破線で示される排気ガスの流れを逆流と称することにする。また、図 3 (B) において実線で示される切替弁 6 1 の位置を順流位置と称し、破線で示される切替弁 6 1 の位置を逆流位置と称する。

【 0 0 2 9 】

流出ポート 6 6 を介し排気ガス排出管 6 4 内に流出した排気ガスは図 3 (A) 及び (B) に示されるように、次いで触媒 7 6 を通過し、環状排気管 6 7 の外周面に沿いつつ進行した後に排気管 2 3 内に流出する。

【 0 0 3 0 】

パティキュレートフィルタ 6 9 における排気ガスの流れを説明すると、順流時には排気ガスは一端面 6 9 a を介しパティキュレートフィルタ 6 9 内に流入し、他端面 6 9 b を介しパティキュレートフィルタ 6 9 から流出する。このとき、排気ガスは一端面 6 9 a 内に開口している排気ガス通路 7 0 内に流入し、次いで周囲の隔壁 7 4 内を通って隣接する排気ガス通路 7 1 内に流出する。一方、逆流時には排気ガスは他端面 6 9 b を介しパティキュレートフィルタ 6 9 内に流入し、一端面 6 9 a を介しパティキュレートフィルタ 6 9 から流出する。このとき、排気ガスは他端面 6 9 b 内に開口している排気ガス通路 7 1 内に流入し、次いで周囲の隔壁 7 4 内を通って隣接する排気ガス通路 7 0 内に流出する。

【0031】

パティキュレートフィルタ69の隔壁74上即ち例えば隔壁74の両側面及び細孔内壁面上には、図4に示されるように NO_X 触媒81がそれぞれ担持されている。この NO_X 触媒81は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Pt、パラジウムPd、ロジウムRh、イリジウムIrのような貴金属とが担持されている。

【0032】

NO_X 触媒は流入する排気ガスの平均空燃比がリーン有的时候には NO_X を蓄え、流入する排気ガスの空燃比が低下したときに排気ガス中に還元剤が含まれていると蓄えている NO_X を還元して蓄えている NO_X の量を減少させる蓄積還元作用を行う。

【0033】

NO_X 触媒の蓄積還元作用の詳細なメカニズムについては完全には明らかにされていない。しかしながら、現在考えられているメカニズムを、担体上に白金Pt及びバリウムBaを担持させた場合を例にとって簡単に説明すると次のようになる。

【0034】

即ち、 NO_X 触媒に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもかなりリーンになると流入する排気ガス中の酸素濃度が大巾に増大し、酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入する排気ガス中のNOは白金Ptの表面に付着し白金Ptの表面上で O_2^- 又は O^{2-} と反応し、 NO_2 となる($\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}^*$ 、ここで O^* は活性酸素)。次いで生成された NO_2 の一部は白金Pt上でさらに酸化されつつ NO_X 触媒内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、硝酸イオン NO_3^- の形で NO_X 触媒内に拡散する。このようにして NO_X が NO_X 触媒内に蓄えられる。

【0035】

これに対し、 NO_X 触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチ又は理論空燃比

になると、排気ガス中の酸素濃度が低下して NO_2 の生成量が低下し、反応が逆方向($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{O}^*$)に進み、斯くして NO_X 触媒内の硝酸イオン NO_3^- が NO の形で NO_X 触媒から放出される。この放出された NO_X は排気ガス中に還元剤即ち HC 、 CO が含まれているとこれら HC 、 CO と反応して還元せしめられる。このようにして白金 Pt の表面上に NO_X が存在しなくなると NO_X 触媒から次から次へと NO_X が放出されて還元され、 NO_X 触媒内に蓄えられている NO_X の量が次第に減少する。

【 0 0 3 6 】

なお、硝酸塩を形成することなく NO_X を蓄え、 NO_X を放出することなく NO_X を還元することも可能である。また、活性酸素 O^* に着目すれば、 NO_X 触媒は NO_X の蓄積及び放出に伴って活性酸素 O^* を生成する活性酸素生成触媒と見ることもできる。

【 0 0 3 7 】

一方、補助触媒 7 6 は本発明による実施例では、アルカリ金属、アルカリ土類、及び希土類を含むことなく貴金属例えば白金 Pt を含む貴金属触媒から形成される。しかしながら、補助触媒 7 6 を上述した NO_X 触媒から形成してもよい。

【 0 0 3 8 】

ここで、パティキュレートフィルタ 6 9 は環状排気管 6 7 のほぼ中央部に配置されており、即ち切替弁 6 1 の流入ポート 6 2 からパティキュレートフィルタ 6 9 までの距離と、パティキュレートフィルタ 6 9 から流出ポート 6 3 までの距離とが切替弁 6 1 が順流位置にあるときと逆流位置にあるときとでほとんど変わらない。このことはパティキュレートフィルタ 6 9 の状態例えば温度が切替弁 6 1 が順流位置にあるときと逆流位置にあるときとでほとんど変わらないことを意味しており、従って切替弁 6 1 の位置に応じた特別な制御を必要としない。

【 0 0 3 9 】

本発明による実施例では、機関低負荷運転が行われる毎に切替弁 6 1 が順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えられる。このようにすると、後の説明からわかるように、パティキュレートフィルタ 6 9 及び NO_X 触媒 8 1 を迂回する微粒子及び NO_X の量を低減することができる。

【0040】

上述したように順流時であろうと逆流時であろうと排気ガスはパティキュレートフィルタ69を通過する。また、図1に示される内燃機関はリーン空燃比のもとでの燃焼が継続して行われており、従ってパティキュレートフィルタ69内に流入する排気ガスの空燃比はリーンに維持されている。その結果、排気ガス中の NO_X はパティキュレートフィルタ69上の NO_X 触媒81内に蓄えられる。

【0041】

時間の経過と共に NO_X 触媒81内の蓄積 NO_X 量は次第に増大する。そこで本発明による実施例では、例えば NO_X 触媒81内の蓄積 NO_X 量が許容量を越えたときには NO_X 触媒81内に蓄えられている NO_X を還元し NO_X 触媒81内の蓄積 NO_X 量を減少させるために還元剤供給弁77から NO_X 触媒81に還元剤即ち還元剤を一時的に供給するようにしている。この場合、 NO_X 触媒81内に流入する排気ガスの空燃比が一時的にリッチに切り替えられる。

【0042】

一方、排気ガス中に含まれる主に炭素の固体からなる微粒子はパティキュレートフィルタ69上に捕集される。即ち、概略的に説明すると、順流時には排気ガス通路70側の隔壁74の側面上及び細孔内に微粒子が捕集され、逆流時には排気ガス通路71側の隔壁74の側面上及び細孔内に微粒子が捕集される。図1に示される内燃機関はリーン空燃比のもとでの燃焼が継続して行われており、また、 NO_X 触媒81は酸化能を有しているので、パティキュレートフィルタ69の温度が微粒子を酸化しうる温度、例えば250℃以上に維持されていれば、パティキュレートフィルタ69上で微粒子が酸化せしめられ除去される。

【0043】

この場合、上述した NO_X 触媒81の NO_X の蓄積還元メカニズムによれば、 NO_X 触媒81内に NO_X が蓄えられるときにも NO_X が放出されるときにも活性酸素が生成される。この活性酸素は酸素 O_2 よりも活性が高く、従ってパティキュレートフィルタ69上に堆積している微粒子を速やかに酸化する。即ち、パティキュレートフィルタ69上に NO_X 触媒81を担持させると、パティキュレートフィルタ69内に流入する排気ガスの空燃比がリーンであろうとリッチであ

ろうとパティキュレートフィルタ69上に堆積している微粒子が酸化される。このようにして微粒子が連続的に酸化される。

【0044】

ところが、パティキュレートフィルタ69の温度が微粒子を酸化しうる温度に維持されなくなるか又は単位時間当たりにパティキュレートフィルタ69内に流入する微粒子の量がかなり多くなると、パティキュレートフィルタ69上に堆積する微粒子の量が次第に増大し、パティキュレートフィルタ69の圧損が増大する。

【0045】

そこで本発明による実施例では、例えばパティキュレートフィルタ69上の堆積微粒子量が許容最大量を越えたときには、パティキュレートフィルタ69に流入する排気ガスの空燃比をリーンに維持しつつパティキュレートフィルタ69の温度を微粒子酸化要求温度 T_{NP} 例えば600℃以上まで上昇し次いで微粒子酸化要求温度 T_{NP} 以上に維持する微粒子酸化制御が行われる。この微粒子酸化制御が行われるとパティキュレートフィルタ69上に堆積した微粒子が着火燃焼せしめられ除去される。なお、図1に示される実施例では、切替弁61が順流位置又は逆流位置に保持されているときに圧力センサ49により検出される機関背圧が許容値を越えたときにパティキュレートフィルタ69上の堆積微粒子量が許容最大量を越えたと判断される。

【0046】

具体的に説明すると、図1に示される実施例では、切替弁61を順流位置に保持しながら、パティキュレートフィルタ69に流入する排気ガスの空燃比がリーンに維持されつつパティキュレートフィルタ69の温度が微粒子酸化要求温度 T_{NP} 以上まで上昇され次いで微粒子酸化要求温度 T_{NP} 以上に維持されるように、還元剤供給弁77から還元剤が供給される。この還元剤はパティキュレートフィルタ69上で酸化され、その結果パティキュレートフィルタ69の温度 T_N が微粒子酸化要求温度 T_{NP} 以上に上昇され、維持される。

【0047】

ところで、排気ガス中にはイオウ分が SO_x の形で含まれており、 NO_x 触媒

81内には NO_X ばかりでなく SO_X も蓄えられる。この SO_X の NO_X 触媒81内への蓄積メカニズムは NO_X の蓄積メカニズムと同じであると考えられる。即ち、担体上に白金Pt及びバリウムBaを担持させた場合を例にとって簡単に説明すると、 NO_X 触媒81に流入する排気ガスの空燃比がリーンのときには上述したように酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着しており、流入する排気ガス中の SO_2 は白金Ptの表面に付着し白金Ptの表面上で O_2^- 又は O^{2-} と反応し、 SO_3 となる。次いで生成された SO_3 は白金Pt上でさらに酸化されつつ NO_X 触媒81内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、硫酸イオン SO_4^- の形で NO_X 触媒81内に拡散する。この硫酸イオン SO_4^- は次いでバリウムイオン Ba^+ と結合して硫酸塩 BaSO_4 を生成する。

【0048】

この硫酸塩 BaSO_4 は分解しにくく、 NO_X 触媒81内に流入する排気ガスの空燃比をただ単にリッチにしても NO_X 触媒81内の硫酸塩 BaSO_4 の量は減少しない。このため、時間が経過するにつれて NO_X 触媒81内の硫酸塩 BaSO_4 の量が増大し、その結果 NO_X 触媒81が蓄えうる NO_X の量が減少することになる。

【0049】

ところが、 NO_X 触媒81の温度を 550°C 以上に維持しつつ NO_X 触媒81に流入する排気ガスの平均空燃比を理論空燃比又はリッチにすると、 NO_X 触媒81内の硫酸塩 BaSO_4 が分解して SO_3 の形で NO_X 触媒81から放出される。この放出された SO_3 は排気ガス中に還元剤即ちHC、COが含まれているとこれらHC、COと反応して SO_2 に還元せしめられる。このようにして NO_X 触媒81内に硫酸塩 BaSO_4 の形で蓄えられている SO_X の量が次第に減少し、このとき NO_X 触媒81から SO_X が SO_3 の形で流出することがない。

【0050】

そこで本発明による実施例では、例えば NO_X 触媒81内の蓄積 SO_X 量が許容量を越えたときには、 NO_X 触媒81内の蓄積 SO_X 量を減少させるために、 NO_X 触媒81に流入する排気ガスの平均空燃比を理論空燃比又はリッチに維持

しつつ SO_X 量減少要求温度 T_{NS} 例えば 550°C 以上に維持する蓄積 SO_X 量減少制御が行われる。

【 0 0 5 1 】

具体的に説明すると、図 1 に示される実施例では、切替弁 6 1 を順流位置から逆流位置に又はその逆に交互に繰り返し切り替えながら、 NO_X 触媒 8 1 内に流入する排気ガスの平均空燃比が例えばわずかばかりリッチに維持されつつ NO_X 触媒 8 1 の温度が SO_X 量減少要求温度 T_{NS} 以上に維持されるように、還元剤供給弁 7 7 から還元剤が供給される。

【 0 0 5 2 】

切替弁 6 1 が例えば順流位置から逆流位置に切り替えられる際に、流入ポート 6 2 と流出ポート 6 3 とが一時的に直接的に接続される。このため、切替弁 6 1 が例えば順流位置から逆流位置に切り替えられるときには、 NO_X 触媒 8 1 内を順流方向に流通する排気ガスの量が次第に減少し、 NO_X 触媒 8 1 を迂回する排気ガスの量が次第に増大する。次いで、 NO_X 触媒 8 1 内を流通する排気ガスの量が一旦ゼロになった後に、 NO_X 触媒 8 1 内を逆流方向に流通する排気ガスの量が次第に増大し、 NO_X 触媒 8 1 を迂回する排気ガスの量が次第に減少する。即ち、切替弁 6 1 を順流位置から逆流位置に又はその逆に切り替えると NO_X 触媒 8 1 内を順流方向に流通する排気ガスの量を一時的に低減することができ、このとき還元剤供給弁 7 7 から還元剤を供給すれば、 NO_X 触媒 8 1 内に流入する排気ガスの平均空燃比をリッチにするのに必要な還元剤の量を低減することができることになる。このとき供給された還元剤は順流方向の排気ガス流れによって NO_X 触媒 8 1 全体に拡散せしめられる。なお、本発明による実施例では、燃料噴射弁 6 から供給された燃料及び還元剤供給弁 7 7 から供給された還元剤（燃料）の積算値が求められ、この積算値が予め定められたしきい値を越えたときに NO_X 触媒 8 1 内の蓄積 SO_X 量が許容量を越えたと判断される。

【 0 0 5 3 】

ところが、蓄積 SO_X 量減少制御が行われるときにパーティキュレートフィルタ 6 9 上に微粒子が堆積していると、この堆積微粒子の温度が高くされつつ堆積微粒子に比較的多量の還元剤が供給されることになる。その結果、堆積微粒子がい

わゆる異常燃焼を起こし、パティキュレートフィルタ 6 9 が溶損する恐れがある。

【 0 0 5 4 】

そこで本発明による実施例の SO_X 制御では、 NO_X 触媒 8 1 内の蓄積 SO_X 量が許容量を越えたときにはまず微粒子酸化制御を行い、次いで蓄積 SO_X 量減少制御を行うようにしている。即ち、蓄積 SO_X 量減少制御が行われる前にパティキュレートフィルタ 6 9 上の堆積微粒子が除去される。

【 0 0 5 5 】

次に、図 5 を参照しながら本発明による第 1 実施例を説明する。図 5 において Q_R は還元剤供給弁 7 7 から供給される還元剤の量、 AFA は補助触媒 7 6 内に流入する排気ガスの平均空燃比、 AFN は NO_X 触媒 8 1 内ないしパティキュレートフィルタ 6 9 内に流入する排気ガスの平均空燃比、 TA は補助触媒 7 6 の温度、 TN は NO_X 触媒 8 1 ないしパティキュレートフィルタ 6 9 の温度、 Tin は NO_X 触媒 8 1 内ないしパティキュレートフィルタ 6 9 内に流入する排気ガスの温度をそれぞれ表している。

【 0 0 5 6 】

図 5 において矢印 X で示されるように NO_X 触媒 8 1 内の蓄積 SO_X 量 QS が許容量 QSU を越えるとまず、微粒子酸化制御が行われる。即ち、切替弁 6 1 が例えば逆流位置から順流位置に切り替えられて保持され、矢印 R で示されるように還元剤供給弁 7 7 から還元剤が間欠的に供給される。このとき還元剤供給弁 7 7 から供給される還元剤の量 QR は切替弁 6 1 が順流位置にあるときにパティキュレートフィルタ 6 9 の温度 TN を上述した微粒子酸化要求温度 TNP 以上に維持するのに必要な QRP とされる。その結果、パティキュレートフィルタ 6 9 の温度 TN が上昇し、微粒子酸化要求温度 TNP 以上に維持される。この場合、補助触媒 7 6 の温度 TA はパティキュレートフィルタ 6 9 の温度 TN とほぼ同じになっている。また、還元剤が供給されているので、 NO_X 触媒 8 1 内に流入する排気ガスの平均空燃比 AFN 及び補助触媒 7 6 内に流入する排気ガスの平均空燃比 AFA が若干小さくなっている。

【 0 0 5 7 】

次いで、図5において矢印Yで示されるようにパティキュレートフィルタ69上の堆積微粒子量が例えばほぼゼロになると微粒子酸化制御が完了される。この場合、切替弁61が図6に示されるバイパス位置に切り替えられ、還元剤供給弁77からの還元剤供給作用が停止される。切替弁61がバイパス位置に保持されると、図6に示されるように排気管20a内を流通した全ての排気ガスが流入ポート62から流出ポート63を介し直接的に排気ガス排出管64内に流出し即ち NO_X 触媒81及びパティキュレートフィルタ69を迂回し、排気ガスが NO_X 触媒81内及びパティキュレートフィルタ69内を流通しない。このように、切替弁61がバイパス位置に保持されているときには、切替弁61の流入ポート62から流出ポート63までの排気ガス流路はパティキュレートフィルタ69を迂回するバイパス通路として作用することになる。

【0058】

その結果、補助触媒76内に比較的低温の排気ガスが大量に流通することになり、補助触媒76の温度 T_A が急激に低下する。このとき、 NO_X 触媒81内には排気ガスが流通しておらず、 NO_X 触媒81の温度 T_N は高温に維持される。

【0059】

次いで、補助触媒76の温度 T_A が T_{AL} よりも低くなると蓄積 SO_X 量減少制御が開始される。即ち、切替弁61を順流位置から逆流位置に又はその逆に交互に繰り返し切り替えながら、矢印Rで示されるように還元剤供給弁77から還元剤が間欠的に供給される。このとき還元剤供給弁77から供給される還元剤の量 Q_R は NO_X 触媒81内に流入する排気ガスの平均空燃比 A_{FN} をわずかばかりリッチに維持しつつ NO_X 触媒81の温度 T_N を SO_X 量減少要求温度 T_{NS} 以上に維持するのに必要な Q_{RS} とされる。この場合、比較的多量の排気ガスが NO_X 触媒81を迂回しており、従って補助触媒76内に流入する排気ガスの平均空燃比 A_{FA} はリーンに維持されている。また、 NO_X 触媒81を迂回する排気ガスの温度は低いので、蓄積 SO_X 量減少制御が行われると補助触媒76の温度 T_A が低く維持される。

【0060】

次いで、図5において矢印Zで示されるように NO_X 触媒81内の蓄積 SO_X

量が例えばほぼゼロになると蓄積 SO_X 量減少制御が完了される。この場合、切替弁 61 が例えば順流位置に切り替えられ、還元剤供給弁 77 からの還元剤供給作用が停止される。

【 0 0 6 1 】

このように本発明による第 1 実施例では、微粒子酸化制御が完了しても直ちに蓄積 SO_X 量減少制御が開始されず、補助触媒 76 の温度 T_A が T_{AL} 以下になった後に、蓄積 SO_X 量減少制御が開始される。このようにしているのは次の理由による。

【 0 0 6 2 】

蓄積 SO_X 量減少制御によって NO_X 触媒 81 から排出された SO_2 は次いで補助触媒 76 内に流入する。一方、上述したように蓄積 SO_X 量減少制御が行われているときには補助触媒 76 内に流入する排気ガスの平均空燃比 AFA はリーンに維持され、従って補助触媒 76 内に流入する排気ガス中の還元剤 (HC , CO) の量は比較的少なくなっている。このように、補助触媒 76 内に流入する排気ガス中の還元剤量が少なくかつ補助触媒 76 の温度 T_A が比較的高いときに補助触媒 76 内に SO_2 が流入すると、この SO_2 が補助触媒 76 内でサルフェート SO_3 に酸化され、従って補助触媒 76 から多量のサルフェート SO_3 が排出される恐れがある。

【 0 0 6 3 】

もう少し詳しく説明すると、補助触媒 76 における SO_2 からサルフェート SO_3 への変換効率 EFF ($=$ 補助触媒 76 から流出する排気ガス中のサルフェート SO_3 の濃度 / 補助触媒 76 内に流入する排気ガス中の SO_2 の濃度) は図 7 (A) に示されるように補助触媒 76 の温度 T_A が高くなるにつれて高くなり、補助触媒 76 の温度 T_A が許容上限温度 T_{A1} を越えて増大すると変換効率 EFF が許容値 $E1$ を越える。また、変換効率 EFF は図 7 (B) に示されるように補助触媒 76 内に流入する排気ガス中の還元剤の量 $QRED$ が少なくなるにつれて高くなり、還元剤量 $QRED$ が許容下限量 $Q1$ を越えて減少すると変換効率 EFF が許容値 $E1$ を越える。即ち、補助触媒 76 の雰囲気、還元剤量 $QRED$ が許容下限量 $QRED1$ よりも少なくかつ補助触媒 76 の温度 T_A が許容下限温

度 $T A 1$ よりも高い雰囲気であるときには、補助触媒 7 6 から多量のサルフェートが排出されうる。

【 0 0 6 4 】

従って、この雰囲気をサルフェート生成雰囲気と称すると、補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気であるときに補助触媒 7 6 内に $S O_X$ が流入すると、補助触媒 7 6 から多量のサルフェート $S O_3$ が排出されることになる。

【 0 0 6 5 】

微粒子酸化制御が完了した直後は補助触媒 7 6 の雰囲気がこのサルフェート生成雰囲気になっており、従って微粒子酸化制御が完了した後直ちに蓄積 $S O_X$ 量減少制御が開始されると $N O_X$ 触媒 8 1 内から排出された $S O_X$ が補助触媒 7 6 内に流入してサルフェート $S O_3$ が生成されることになる。

【 0 0 6 6 】

そこで、本発明による第 1 実施例では、微粒子酸化制御が完了した後、補助触媒 7 6 の温度を低下させることにより補助触媒 7 6 の雰囲気をサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更し、次いで蓄積 $S O_X$ 量減少制御を行うようにしている。即ち、補助触媒 7 6 の温度 $T A$ を図 7 の許容上限温度 $T A 1$ に相当する $T A L$ 以下に低下させ、次いで蓄積 $S O_X$ 量減少制御を行うようにしている。この場合の許容上限温度 $T A L$ は例えば 350 から $400^{\circ}C$ 程度である。

【 0 0 6 7 】

ここで、補助触媒 7 6 内に流入する排気ガス中の還元剤の量を許容最小量以上に増大することにより、補助触媒 7 6 の雰囲気をサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更することも可能である。

【 0 0 6 8 】

従って、一般的に言うと、 $N O_X$ 触媒 8 1 内に蓄えられている $S O_X$ が $N O_X$ 触媒 8 1 から排出されるときに補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気にあるときには、補助触媒 7 6 の雰囲気をサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更するようになっているということになる。

【 0 0 6 9 】

本発明による第 1 実施例では、補助触媒 7 6 の温度 $T A$ を低下させるために、

還元剤供給弁 77 からの還元剤供給作用を一時的に停止しながら切替弁 61 をバイパス位置に一時的に保持するようにしている。しかしながら、補助触媒 76 の温度 T_A を低下させるために、還元剤供給弁 77 からの還元剤供給作用を一時的に停止しながら切替弁 61 を例えば図 8 に示されるような弱順流位置に一時的に保持するようにすることもできる。切替弁 61 が弱順流位置に保持されると、図 8 に矢印で示されるように排気管 20a 内を流通した排気ガスのうち一部の排気ガスが流入流出ポート 65 を介し環状排気管 67 内に流入し、次いで NO_X 触媒 81 内を順流方向に流通し、残りの排気ガスが流入ポート 62 から流出ポート 63 を介し直接的に排気ガス排出管 64 内に流出し即ち NO_X 触媒 81 を迂回して補助触媒 76 内に流入する。或いは、切替弁 61 を例えば順流位置に保持しながら還元剤供給弁 77 からの還元剤供給作用を一時的に停止するだけでも、補助触媒 76 の温度 T_A を低下させることができる。

【0070】

また、蓄積 SO_X 量減少制御を行うために、切替弁 61 を弱順流位置に保持しながら、 NO_X 触媒 81 内に流入する排気ガスの平均空燃比がわずかにリッチに維持されつつ NO_X 触媒 81 の温度が SO_X 量減少要求温度 T_{NS} 以上に維持されるように、還元剤供給弁 77 から還元剤を供給するようにしてもよい。この場合にも、 NO_X 触媒 81 内に流入する排気ガスの平均空燃比をリッチにするのに必要な還元剤の量を低減することができる。

【0071】

更に、本発明による第 1 実施例では、補助触媒 76 の温度 T_A を検出し、補助触媒 76 の温度 T_A が許容下限温度 T_{AL} 以下になったときに蓄積 SO_X 量減少制御が開始される。しかしながら、切替弁 61 を例えばバイパス位置に保持してから補助触媒 76 の温度 T_A が許容下限温度 T_{AL} 以下になるまでに必要な時間を予め求めておき、微粒子酸化制御が完了してからこの必要時間だけ切替弁 61 をバイパス位置に保持した後に、蓄積 SO_X 量減少制御を開始するようにすることもできる。

【0072】

NO_X 触媒 81 内に蓄えられている SO_X が NO_X 触媒 81 から排出されると

きに補助触媒 7 6 の雰囲気ガスがサルフェート生成雰囲気ガス以外の雰囲気ガスであるときには、補助触媒 7 6 の雰囲気ガスがその雰囲気ガスに保持され、即ち補助触媒 7 6 の雰囲気ガスがサルフェート生成雰囲気ガスになるのが阻止される。

【 0 0 7 3 】

図 9 は本発明による第 1 実施例の SO_x 制御ルーチンを示している。このルーチンは予め定められた設定時間毎の割り込みによって実行される。図 9 を参照すると、まずステップ 2 0 0 では NO_x 触媒 8 1 内の蓄積 SO_x 量 Q_S が許容量 Q_{SU} を越えたか否かが判別される。 $Q_S \leq Q_{SU}$ のときには処理サイクルを終了し、 $Q_S > Q_{SU}$ のときには次いでステップ 2 0 1 に進み、図 1 1 を参照して後述する微粒子酸化制御ルーチンが実行される。続くステップ 2 0 2 では切替弁 6 1 がバイパス位置に切り替えられる。続くステップ 2 0 3 では補助触媒 7 6 の温度 T_A が許容上限温度 T_{AL} 以下になったか否かが判別される。 $T_A > T_{AL}$ である限り切替弁 6 1 がバイパス位置に保持され、 $T_A \leq T_{AL}$ になると次いでステップ 2 0 4 に進み、図 1 2 を参照して後述する蓄積 SO_x 量減少制御ルーチンが実行される。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 は予め定められた設定時間毎の割り込みによって実行される微粒子制御ルーチンを示している。図 1 0 を参照すると、まずステップ 2 1 0 ではパーティキュレートフィルタ 6 9 上の堆積微粒子量 Q_{PM} が許容量 Q_{PMU} を越えたか否かが判別される。 $Q_{PM} \leq Q_{PMU}$ のときには処理サイクルを終了し、 $Q_{PM} > Q_{PMU}$ のときには次いでステップ 2 1 1 に進み、図 1 1 を参照して後述する微粒子酸化制御ルーチンが実行される。

【 0 0 7 5 】

図 1 1 は上述した微粒子酸化制御ルーチンを示している。図 1 1 を参照すると、まずステップ 2 2 0 では切替弁 6 1 が順流位置に切り替えられ又は保持される。続くステップ 2 2 1 では還元剤供給量 Q_R が上述した Q_{RP} に設定される。続くステップ 2 2 2 では還元剤供給弁 7 7 から還元剤供給量 Q_R だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 2 3 では微粒子酸化制御を完了すべきか否かが判別される。本発明による実施例では、パーティキュレートフィルタ 6 9 上の堆積微粒子量

がほぼゼロになったときに微粒子酸化制御を完了すべきであると判断される。微粒子酸化制御を完了すべきであると判断されるまでステップ 2 2 2 に戻って還元剤が繰り返し供給され、微粒子酸化制御を完了すべきであると判断されると処理サイクルを終了する。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 は上述した蓄積 SO_X 量減少制御ルーチンを示している。図 1 2 を参照すると、まずステップ 2 3 0 では還元剤供給量 Q_R が上述した Q_{RS} に設定される。続くステップ 2 3 1 では切替弁 6 1 を順流位置に切り替えながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤供給量 Q_R だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 3 2 では切替弁 6 1 を逆流位置に切り替えながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤供給量 Q_R だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 3 3 では蓄積 SO_X 量減少制御を完了すべきか否かが判別される。本発明による実施例では、 NO_X 触媒 8 1 内の蓄積 SO_X 量がほぼゼロになったときに蓄積 SO_X 量減少制御を完了すべきであると判断される。蓄積 SO_X 量減少制御を完了すべきであると判断されるまでステップ 2 3 1 及び 2 3 2 に戻って還元剤が繰り返し供給され、蓄積 SO_X 量減少制御を完了すべきであると判断されると処理サイクルを終了する。

【 0 0 7 7 】

次に、図 1 3 及び図 1 4 を参照して本発明による第 2 実施例を説明する。本発明による第 2 実施例でも蓄積 SO_X 量減少制御を行うべきときにはそれに先立って微粒子酸化制御が行われる。なお、本発明による第 2 実施例では、上述した T_{AL} を第 1 の許容上限温度と称している。

【 0 0 7 8 】

図 1 3 において矢印 X で示されるように NO_X 触媒 8 1 内の蓄積 SO_X 量 Q_S が許容量 Q_{SU} を越えるとまず、微粒子酸化制御が行われる。即ち、第 1 実施例と同様に、切替弁 6 1 が例えば逆流位置から順流位置に切り替えられて保持され、矢印 R で示されるように還元剤供給弁 7 7 から還元剤が間欠的に供給される。このとき、還元剤供給量 Q_R は上述した Q_{RP} とされている。

【 0 0 7 9 】

次いで、 $Q_R = Q_{RP}$ のもとでの還元剤供給作用が開始されてから設定時間 t

Aだけ経過すると、或いは微粒子酸化制御が完了するまでの残り時間が t_B になると、切替弁61が弱順流位置に切り替えられ、還元剤供給量 Q_R が Q_{RPR} とされる。この Q_{RPR} は切替弁61が弱順流位置にあるときにパティキュレートフィルタ69の温度 T_N を微粒子酸化要求温度 T_{NP} 以上に維持するのに必要な還元剤量である。なお、例えば圧力センサ49（図1）により検出される機関背圧が設定値よりも小さくなったときに微粒子酸化制御の残り時間が t_B であると判断することができる。

【0080】

次いで、図13に矢印Yで示されるように微粒子酸化制御が完了すると直ちに蓄積 SO_X 量減少制御が開始される。

【0081】

即ち、切替弁61が弱順流位置に切り替えられると、パティキュレートフィルタ69内を流通した後に補助触媒76内に流入する高温の排気ガスの量が減少され、パティキュレートフィルタ69を迂回して補助触媒76内に流入する低温の排気ガスの量が増大される。その結果、補助触媒76の温度 T_A が次第に低下し、次いで微粒子酸化制御が完了するときには補助触媒76の温度 T_A が第1の許容上限温度 T_{AL} よりも低くなっている。即ち、微粒子酸化制御が完了したときに補助触媒76の雰囲気ガスがサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気になっている。従って、微粒子酸化制御が完了した後、直ちに蓄積 SO_X 量減少制御を行っても補助触媒76から多量のサルフェート SO_3 が排出されない。

【0082】

このように本発明による第2実施例では、微粒子酸化制御の末期ないし後半に補助触媒76の温度 T_A を低下させることにより補助触媒76の雰囲気ガスがサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更される。或いは、微粒子酸化制御の末期にパティキュレートフィルタ69を迂回する排気ガスの量を一時的に増大させているという見方もできる。

【0083】

ところで、切替弁61が順流位置に保持されているときにはパティキュレートフィルタ69内における排気ガスの空間速度が比較的高く、このためパティキュ

レートフィルタ 69 内に流入した還元剤はパティキュレートフィルタ 69 の排気ガス流入端周りというよりも排気ガス流出端において酸化される。その結果、パティキュレートフィルタ 69 の排気ガス流入端周りの温度が排気ガス流出端周りの温度よりも低くなり、即ちパティキュレートフィルタ 69 の温度が不均一になる場合がある。

【 0 0 8 4 】

ところが本発明による第 2 実施例では、微粒子酸化制御が行われているときに切替弁 61 がバイパス位置に切り替えられるので、このときパティキュレートフィルタ 69 内における排気ガスの空間速度が低下し、還元剤がパティキュレートフィルタ 69 の排気ガス流入端周りで酸化されるようになる。その結果、パティキュレートフィルタ 69 の排気ガス流入端周りの温度が高くなり、従ってパティキュレートフィルタ 69 全体の温度を均一に高めることができる。

【 0 0 8 5 】

更に、還元剤供給量 Q_R が Q_{RP} から Q_{RPR} に減少されると、図 13 に示されるように補助触媒 76 内に流入する排気ガスの平均空燃比 AFA 及び NO_X 触媒 81 内に流入する排気ガスの平均空燃比 AFN が大きくなる。言い換えると、微粒子酸化制御の初期ないし前半に補助触媒 76 内及び NO_X 触媒 81 内に流入する還元剤量がそれぞれ増大されている。このようにすると、補助触媒 76 から排出されるサルフェート SO_3 の量を低減することができる。これは次の理由による。

【 0 0 8 6 】

即ち、本願発明者らによれば、 NO_X 触媒 81 内に流入する排気ガスの平均空燃比 AFN がリーンに維持されていても NO_X 触媒 81 の温度 TN が高くなると、 NO_X 触媒 81 から流出する排気ガス中の SO_X 濃度が NO_X 触媒 81 内に流入する排気ガス中の SO_X 濃度よりも一時的に高くなることが確認されている。このことは、 NO_X 触媒 81 の温度が高くなると NO_X 触媒 81 内に蓄えられている SO_X が排出され、この SO_X は硫酸塩 $BaSO_4$ を形成することなく蓄えられているということを意味している。

【 0 0 8 7 】

このような SO_X がどのような形で NO_X 触媒81内に蓄えられるのかは必ずしも明らかではないが、次のようにして蓄えられると考えられている。即ち、上述したように NO_X 触媒81内に流入する排気ガス中の SO_2 はまず例えば白金Pt表面上に付着した後に硫酸塩 BaSO_4 の形で蓄えられる。ところが硫酸塩 BaSO_4 の形で蓄えられている SO_X の量が多くなると、白金Pt表面上に付着している SO_2 が硫酸塩 BaSO_4 になりにくくなり、 SO_2 のまま白金Pt表面上に付着し続ける。このようにして SO_X が硫酸塩 BaSO_4 を形成することなく蓄えられる。

【0088】

そうすると、 NO_X 触媒81内には硫酸塩 BaSO_4 の形で蓄えられる SO_X もあれば、硫酸塩 BaSO_4 を形成することなく蓄えられる SO_X もあるということになる。従って、一般的に言うと、 NO_X 触媒81は流入する排気ガス中の SO_X を硫酸塩の形か又は硫酸塩を形成しない形かのいずれかで蓄える SO_X 蓄積剤として作用することになる。

【0089】

微粒子酸化制御が開始されて NO_X 触媒81の温度TNが高くなると、硫酸塩 BaSO_4 を形成することなく蓄えられている SO_X が NO_X 触媒81から一気に放出され、この SO_X は次いで比較的高温の補助触媒76内に流入する。従って、このとき補助触媒76内に流入する還元剤量が多ければ SO_X が SO_2 の形で排出され、サルフェート SO_3 が排出されない。

【0090】

一方、硫酸塩 BaSO_4 を形成することなく蓄えられている SO_X が NO_X 触媒81から排出される量は微粒子酸化制御が開始されてからの経過時間が長くなるにつれて少なくなる。パティキュレートフィルタ69上の堆積微粒子を速やかに酸化することを考えると、 NO_X 触媒81内ないしパティキュレートフィルタ69内に流入する排気ガスの空燃比AFNはできるだけリーンの方が好ましい。

【0091】

そこで本発明による第2実施例では、微粒子酸化制御が開始されてからの経過時間が短いときには長いときに比べて補助触媒76内及び NO_X 触媒81内に流

入する還元剤量を増大するようにしている。

【0092】

ここで、微粒子酸化制御が開始されるときには補助触媒76の例えば白金表面上にも SO_X が付着している。この SO_X は補助触媒76内に流入する還元剤量が増大されていると SO_2 の形で補助触媒76から排出される。

【0093】

本発明による第2実施例では、微粒子酸化制御の初期ないし前半に補助触媒76内に流入する還元剤量が増大されているので補助触媒76に付着している SO_X が SO_2 の形で排出される。また、このとき NO_X 触媒81内に流入する還元剤量も増大されているので、 NO_X 触媒81内に硫酸塩 BaSO_4 を形成することなく蓄えられている SO_X が NO_X 触媒81からサルフェート SO_3 の形で排出されるのも阻止できる。

【0094】

このような観点に基づき、還元剤供給量 Q_R が Q_{RP} に保持される設定時間 t_A は NO_X 触媒81内及び補助触媒76内に硫酸塩を形成することなく蓄えられている SO_X が NO_X 触媒81及び補助触媒76から排出されるのに必要な時間以上に設定される。一方、切替弁61がバイパス位置に保持される時間 t_B は補助触媒76の温度 T_A が第1の許容上限温度 T_{AL} 以下になるのに必要な時間以上にされる。

【0095】

なお、本発明による第2実施例では、切替弁61を弱順流位置に切り替えると共に補助触媒76内及び NO_X 触媒81内に流入する還元剤量を減少させている。しかしながら、切替弁61を順流位置に保持しながら、微粒子酸化制御の経過時間と共に補助触媒76内及び NO_X 触媒81内に流入する還元剤量を減少させるようにすることもできる。

【0096】

微粒子酸化制御が完了すると、上述したように直ちに蓄積 SO_X 量減少制御が開始される。即ち、本発明による第2実施例においても、図13及び図14に示されるように切替弁61を順流位置から逆流位置に又はその逆に交互に繰り返す

切り替えながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤が間欠的に供給され、このとき NO_X 触媒 8 1 内に流入する排気ガスの平均空燃比 A/F_N がわずかばかりリッチに維持され、 NO_X 触媒 8 1 の温度 T_N が SO_X 量減少要求温度 T_{NS} 以上に維持される。この場合、 NO_X 触媒 8 1 を迂回した低温の排気ガスが補助触媒 7 6 内に大量に流入し、従って補助触媒 7 6 の温度 T_A はさほど高くないはずである。

【 0 0 9 7 】

しかしながら、例えば NO_X 触媒 8 1 内で酸化されることなく補助触媒 7 6 内に到り次いで補助触媒 7 6 内で酸化される還元剤の量が増大すると、図 1 4 に示されるように補助触媒 7 6 の温度 T_A が上昇し、図 7 を参照して説明した許容上限温度 T_{A1} に相当する第 2 の許容上限温度 T_{AU} を越える場合がある。このとき NO_X 触媒 8 1 から SO_X が排出されると、補助触媒 7 6 から多量のサルフェート SO_3 が排出されることになる。

【 0 0 9 8 】

そこで本発明による第 2 実施例では、蓄積 SO_X 量減少制御が行われているときに補助触媒 7 6 の温度 T_A が第 2 の許容上限温度 T_{AU} を越えて上昇したときには、蓄積 SO_X 量減少制御を一時的に停止するようにしている。具体的には、還元剤供給弁 7 7 からの還元剤供給作用が停止される。また、このとき補助触媒 7 6 の温度 T_A を低下させるために、切替弁 6 1 がバイパス位置に切り替えられる。このようにすると NO_X 触媒 8 1 の温度 T_N を高温に維持しながら補助触媒 7 6 の温度を低下させることができる。

【 0 0 9 9 】

次いで、補助触媒 7 6 の温度 T_A が第 1 の許容上限温度 T_{AL} 以下になると、蓄積 SO_X 量減少制御が再開される。次いで、図 1 4 において矢印 Z で示されるように NO_X 触媒 8 1 内の蓄積 SO_X 量が例えばほぼゼロになると蓄積 SO_X 量減少制御が完了される。

【 0 1 0 0 】

このように、本発明による第 2 実施例では、蓄積 SO_X 量減少制御が行われているときに補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気になったときには、

蓄積 SO_X 量減少制御が停止される。一方、上述した本発明による第 1 実施例では、微粒子酸化制御が完了したときに補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気であり、このとき蓄積 SO_X 量減少制御が開始されない。

【 0 1 0 1 】

従って、一般的に言うと、補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気にあるとき又はなったときには、 NO_X 触媒 8 1 内に蓄えられている SO_X が NO_X 触媒 8 1 から排出されるのを阻止するようにしているということになる。

【 0 1 0 2 】

補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気にあるとき又はなったときに、 NO_X 触媒 8 1 から排出される SO_X の量を抑制するようにしてもよい。補助触媒 7 6 内に流入する SO_2 の量が抑制されれば補助触媒 7 6 から排出されるサルフェート SO_3 の量も抑制される。この場合、例えば NO_X 触媒 8 1 内に流入する排気ガスの平均空燃比 AFN を大きくすることにより、 NO_X 触媒 8 1 から排出される SO_X の量を抑制することができる。

【 0 1 0 3 】

図 1 3 及び図 1 4 からわかるように本発明による第 2 実施例では、補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気からサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気に変更されたか否かが第 1 の許容上限温度 TAL に基づいて判断され、補助触媒 7 6 の雰囲気がサルフェート生成雰囲気以外の雰囲気からサルフェート生成雰囲気に変更されたか否かが第 2 の許容上限温度 TAU に基づいて判断される。ここで第 2 の許容上限温度 TAU は例えば 500°C 程度である。

【 0 1 0 4 】

図 1 5 は上述した第 2 実施例による SO_X 制御ルーチンを示している。このルーチンは予め定められた設定時間毎の割り込みによって実行される。図 1 5 を参照すると、まずステップ 2 4 0 では NO_X 触媒 8 1 内の蓄積 SO_X 量 QS が許容量 QSU を越えたか否かが判別される。 $\text{QS} \leq \text{QSU}$ のときには処理サイクルを終了し、 $\text{QS} > \text{QSU}$ のときには次いでステップ 2 4 1 に進み、図 1 6 を参照して後述する微粒子酸化制御ルーチンが実行される。続くステップ 2 4 2 では図 1 7 を参照して後述する蓄積 SO_X 量減少制御ルーチンが実行される。このように

微粒子酸化制御ルーチンに引き続いて蓄積 SO_x 量減少制御ルーチンが開始される。

【 0 1 0 5 】

図 1 6 は上述した微粒子酸化制御ルーチンを示している。図 1 6 を参照すると、まずステップ 2 5 0 では切替弁 6 1 が順流位置に切り替えられ又は保持される。続くステップ 2 5 1 では還元剤供給量 Q_R が上述した Q_{RP} に設定される。続くステップ 2 5 2 では還元剤供給弁 7 7 から還元剤供給量 Q_R だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 5 3 では $Q_R = Q_{RP}$ のもとでの微粒子酸化制御が開始されてから上述した設定時間 t_A だけ経過したか否かが判別される。設定時間 t_A だけ経過するまでステップ 2 5 2 に戻って還元剤が繰り返し供給され、時間 t_A だけ経過するとステップ 2 5 4 に進み、切替弁 6 1 が弱順流位置に切り替えられる。続くステップ 2 5 5 では還元剤供給量 Q_R が上述した Q_{RPR} に設定される。続くステップ 2 5 6 では還元剤供給弁 7 7 から還元剤供給量 Q_R だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 5 7 では微粒子酸化制御を完了すべきか否かが判別される。微粒子酸化制御を完了すべきであると判断されるまでステップ 2 5 6 に戻って還元剤が繰り返し供給され、微粒子酸化制御を完了すべきであると判断されると処理サイクルを終了する。

【 0 1 0 6 】

図 1 7 は上述した蓄積 SO_x 量減少制御ルーチンを示している。図 1 7 を参照すると、まずステップ 2 7 0 では還元剤供給量 Q_R が上述した Q_{RS} に設定される。続くステップ 2 7 1 では切替弁 6 1 を順流位置に切り替えながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤供給量 Q_R だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 7 2 では切替弁 6 1 を逆流位置に切り替えながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤供給量 Q_R だけ還元剤が供給される。続くステップ 2 7 3 では蓄積 SO_x 量減少制御を完了すべきか否かが判別される。蓄積 SO_x 量減少制御を完了すべきでないと判断されたときには次いでステップ 2 7 4 に進み、補助触媒 7 6 の温度 T_A が第 2 の許容上限温度 T_{AU} よりも高いか否かが判別される。 $T_A > T_{AU}$ のときには次いでステップ 2 7 5 に進んで切替弁 6 1 がバイパス位置に切り替えられる。続くステップ 2 7 6 では補助触媒 7 6 の温度 T_A が第 1 の許容上限温度 T_{AL} よりも高

いか否かが判別される。 $TA \leq TAL$ になるまでステップ 276 が繰り返され、 $TA \leq TAL$ になると次いでステップ 271 に戻る。即ち、蓄積 SO_X 量減少制御を完了すべきであると判断されるまでステップ 271 及び 272 に戻って還元剤が繰り返し供給される。

【 0 1 0 7 】

ところで、上述したように、補助触媒 76 内にも硫酸塩を形成することなく SO_X が蓄えられ、補助触媒 76 の温度 TA が高くなりこのとき補助触媒 76 内に流入する排気ガス中の還元剤量が少ないと、この SO_X がサルフェート SO_3 の形で補助触媒 76 から排出される。

【 0 1 0 8 】

一方、硫酸塩を形成することなく補助触媒 76 内に蓄えられている SO_X は補助触媒 76 内に流入する排気ガス中の還元剤量が多くなると SO_2 の形で補助触媒 76 から排出される。

【 0 1 0 9 】

そこで本発明による実施例では、微粒子酸化制御も蓄積 SO_X 量減少制御も行われていない通常運転時に、補助触媒 76 の温度 TA が上述した第 2 の許容上限温度 TAU を越えたときには、還元剤供給弁 77 から還元剤を一時的に供給し、補助触媒 76 内に流入する排気ガス中の還元剤量を一時的に増大するようにしている。その結果、補助触媒 76 内に蓄えられている SO_X が補助触媒 76 から SO_2 の形で除去されることになる。

【 0 1 1 0 】

この場合、切替弁 61 を順流位置に保持しながら還元剤を供給してもよいし、逆流位置に保持しながら還元剤を供給してもよい。しかしながら、切替弁 61 が順流位置に保持されているとこのとき供給された還元剤が NO_X 触媒 81 内に流入して NO_X 触媒 81 内で酸化され、従って NO_X 触媒 81 の温度 TN が高くなる。このため、 NO_X 触媒 81 の温度 TN が NO_X 触媒 81 の熱劣化についての許容上限温度を越える恐れがある。

【 0 1 1 1 】

そこで本発明による実施例では、補助触媒 76 の温度 TA が上述した第 2 の許

容上限温度 $T A U$ を越えたときには、切替弁 6 1 を逆流位置に切り替え又は保持しながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤を一時的に供給する $S O_X$ 除去制御を行うようにしている。即ち、図 1 8 に示されるように、 $T A > T A U$ となると切替弁 6 1 が例えば順流位置から逆流位置に切り替えられ、矢印 R で示されるように還元剤供給弁 7 7 から還元剤が供給される。このとき、図 1 8 に示される例では補助触媒 7 6 内に流入する排気ガスの平均空燃比 $A F A$ がわずかばかりリーンになっている。平均空燃比 $A F A$ が理論空燃比又はわずかばかりリッチになるようにすることもできる。

【 0 1 1 2 】

ただし、 $S O_X$ 除去制御、微粒子酸化制御、又は蓄積 $S O_X$ 量減少制御が完了した直後には補助触媒 7 6 内に蓄えられている $S O_X$ の量が少ない。そこで、 $S O_X$ 除去制御、微粒子酸化制御、又は蓄積 $S O_X$ 量減少制御が完了してから予め定められた設定時間 $t C$ が経過するまでは $S O_X$ 除去制御は行われない。

【 0 1 1 3 】

図 1 9 は上述した $S O_X$ 除去制御を実行するためのルーチンを示している。このルーチンは予め定められた設定時間毎の割り込みによって実行される。図 1 9 を参照すると、まずステップ 2 8 0 では $S O_X$ 除去制御、微粒子酸化制御、又は蓄積 $S O_X$ 量減少制御が完了してから上述した設定時間 $t C$ だけ経過したか否かが判別される。時間 $t C$ だけ経過していないときには次いでステップ 2 8 1 に進み、このときの補助触媒 7 6 の温度 $T A$ を $T A O L D$ とした後に、処理サイクルを終了する。時間 $t C$ だけ経過しているときには次いでステップ 2 8 2 に進み、前回の補助触媒 7 6 の温度 $T A O L D$ が第 2 の許容上限温度 $T A U$ 以下でありかつ今回の補助触媒 7 6 の温度 $T A$ が第 2 の許容上限温度 $T A U$ よりも小さいか否か、即ち前回のサイクルから今回のサイクルまでの間に $T A$ が $T A U$ を越えたか否かが判別される。前回のサイクルから今回のサイクルまでの間に $T A$ が $T A U$ を越えていないときには次いで処理サイクルを終了し、前回のサイクルから今回のサイクルまでの間に $T A$ が $T A U$ を越えたときには次いでステップ 2 8 3 に進み、切替弁 6 1 が逆流位置に切り替えられる。続くステップ 2 8 4 では、還元剤供給弁 7 7 から還元剤が供給される。

【 0 1 1 4 】

これまで述べてきた本発明による実施例は例えば図 2 0 及び図 2 2 に示される内燃機関にも適用することができる。

【 0 1 1 5 】

図 2 0 に示される内燃機関では、排気管 2 0 a の出口にケーシング 1 6 8 が接続され、このケーシング 1 6 7 は排気管 2 0 c を介してケーシング 1 7 5 に接続され、ケーシング 1 7 5 は排気管 2 3 に接続される。これらケーシング 1 6 8, 1 7 5 内には NO_x 触媒 8 1 を担持したパティキュレートフィルタ 6 9、及び補助触媒 7 6 がそれぞれ収容される。

【 0 1 1 6 】

排気管 2 0 a からバイパス管 1 8 5 が分岐されており、このバイパス管 1 8 5 の流出端は排気管 2 0 c に開口している。また、バイパス管 1 8 5 の流入端が開口している排気管 2 0 a の部分には、図示しない電子制御ユニットによって制御される切替弁 1 6 1 が配置される。更に、バイパス管 1 8 5 の流入端とパティキュレートフィルタ 6 9 間の排気管 2 0 a に還元剤供給弁 7 7 が配置される。

【 0 1 1 7 】

切替弁 1 6 1 は通常、図 2 1 に実線で示される通常位置に保持される。切替弁 1 6 1 がこの通常位置に保持されると、バイパス管 1 8 5 が遮断され、排気管 2 0 a 内に流入したほぼ全ての排気ガスがパティキュレートフィルタ 6 9 内に導かれる。従って、切替弁 1 6 1 の通常位置は図 1 の内燃機関における切替弁 6 1 の順流位置又は逆流位置に相当する。

【 0 1 1 8 】

例えば本発明による第 1 実施例について説明すると、切替弁 1 6 1 を通常位置に保持しながら還元剤供給弁 7 7 から還元剤を供給することにより微粒子酸化制御が行われる。次いで、微粒子酸化制御が完了すると、還元剤供給作用を停止しながら、切替弁 1 6 1 が図 2 1 に破線で示されるバイパス位置に切り替えられ保持される。切替弁 1 6 1 がバイパス位置に保持されると、バイパス管 1 8 5 が開放され、排気管 2 0 a 内に流入したほぼ全ての排気ガスがパティキュレートフィルタ 6 9 を迂回する。従って、切替弁 1 6 1 のバイパス位置は図 1 の内燃機関に

おける切替弁 61 のバイパス位置に相当する。次いで、補助触媒 76 の温度 T_A が許容上限温度 T_{AL} 以下になると、切替弁 161 を図 21 に一点鎖線で示される弱流位置に切り替え保持しながら、還元剤供給作用が行われる。切替弁 161 が弱流位置に保持されると、排気管 20a 内に流入した排気ガスのわずかな一部がパティキュレートフィルタ 69 内に導かれ残りの排気ガスがバイパス管 185 内に導かれる。従って、切替弁 161 の弱流位置は図 1 の内燃機関における切替弁 61 の弱順流位置に相当する。

【0119】

一方、図 22 に示される内燃機関では、排気管 20a が一对の枝管 91' , 91" を有する Y 字管から形成され、各枝管の出口にはケーシング 68' , 68" がそれぞれ接続される。これらケーシング 68' , 68" は排気管 20c の枝管 92' , 92" に接続され、排気管 20c を介してケーシング 175 に接続される。ケーシング 175 は排気管 23 に接続される。これらケーシング 68' , 68" 内には第 1 及び第 2 のパティキュレートフィルタ 69' , 69" がそれぞれ収容され、ケーシング 175 内には補助触媒 76 が収容される。なお、第 1 及び第 2 のパティキュレートフィルタ 69' , 69" 上にはそれぞれ第 1 及び第 2 の NO_x 触媒 81' , 81" が担持されている。

【0120】

排気管 20c の枝管内には共通のアクチュエータ 160 によって駆動される第 1 及び第 2 の切替弁 61' , 61" が配置される。また、排気管 20a の枝管内には第 1 及び第 2 の還元剤供給弁 77' , 77" がそれぞれ配置される。なおアクチュエータ 160 及び還元剤供給弁 77' , 77" は図示しない電子制御ユニットによって制御される。

【0121】

切替弁 61' , 61" は通常、図 23 (A) において実線で示される第 1 の通常位置か又は破線で示される第 2 の通常位置に保持される。切替弁 61' , 61" が第 1 の通常位置に保持されると、第 1 の切替弁 61' が全開位置に保持され、第 2 の切替弁 61" が全閉位置に保持され、従って図 29 (A) において実線の矢印で示されるように排気管 20a 内に流入したほぼ全ての排気ガスが第 1 の

パティキュレートフィルタ 6 9' 内に導かれる。一方、切替弁 6 1' , 6 1" が第 2 の通常位置に保持されると、第 1 の切替弁 6 1' が全閉位置に保持され、第 2 の切替弁 6 1" が全開位置に保持され、従って図 2 3 (A) において破線の矢印で示されるように排気管 2 0 a 内に流入したほぼ全ての排気ガスが第 2 のパティキュレートフィルタ 6 9" 内に導かれる。従って、切替弁 6 1' , 6 1" の第 1 及び第 2 の通常位置は図 2 0 の内燃機関における切替弁 1 6 1 の通常位置又はバイパス位置に相当する。

【 0 1 2 2 】

例えば本発明による第 1 実施例について説明すると、切替弁 6 1' , 6 1" を第 1 の通常位置に保持しながら第 1 の還元剤供給弁 7 7' から還元剤を供給することにより第 1 のパティキュレートフィルタ 6 9' の微粒子酸化制御が行われる。次いで、微粒子酸化制御が完了すると、還元剤供給作用を停止しながら、切替弁 6 1' , 6 1" が第 2 の通常位置に切り替えられ保持される。その結果、比較的低温の排気ガスが補助触媒 7 6 内に流入し、補助触媒 7 6 の温度 T A が低下される。次いで、補助触媒 7 6 の温度 T A が許容上限温度 T A L 以下になると、切替弁 6 1' , 6 1" を図 2 3 (B) に実線で示される第 1 の弱流位置に切り替え保持しながら、還元剤供給作用が行われる。切替弁 6 1' , 6 1" が第 1 の弱流位置に保持されると、排気管 2 0 a 内に流入した排気ガスのわずかな一部が第 1 のパティキュレートフィルタ 6 9' 内に導かれ残りの排気ガスが第 2 のパティキュレートフィルタ 6 9" 内に導かれる。

【 0 1 2 3 】

或いは、切替弁 6 1' , 6 1" を第 2 の通常位置に保持しながら第 2 の還元剤供給弁 7 7" から還元剤を供給することにより第 2 のパティキュレートフィルタ 6 9" の微粒子酸化制御が行われる。次いで、微粒子酸化制御が完了すると、還元剤供給作用を停止しながら、切替弁 6 1' , 6 1" が第 1 の通常位置に切り替えられ保持される。次いで、補助触媒 7 6 の温度 T A が許容上限温度 T A L 以下になると、切替弁 6 1' , 6 1" を図 2 3 (B) に破線で示される第 2 の弱流位置に切り替え保持しながら、還元剤供給作用が行われる。切替弁 6 1' , 6 1" が第 2 の弱流位置に保持されると、排気管 2 0 a 内に流入した排気ガスのわずか

な一部が第2のパティキュレートフィルタ69”内に導かれ残りの排気ガスが第1のパティキュレートフィルタ69’内に導かれる。このように切替弁61’，61”の弱流位置は図1の内燃機関における切替弁61の弱順流位置に相当する。

【0124】

従って、一般的に言うと、排気通路内に NO_X 触媒を配置すると共に NO_X 触媒下流の排気通路内に補助触媒を配置し、 NO_X 触媒上流の排気通路から分岐して NO_X 触媒と補助触媒間の排気通路に到るバイパス通路を設け、バイパス通路内を流通する排気ガスの量を制御することにより NO_X 触媒内を流通する排気ガスの量を制御するための切替弁を設け、バイパス通路の分岐部分と NO_X 触媒間の排気通路内に還元剤を供給するための還元剤供給弁を配置しているということになる。

【0125】

その上で、図1に示される内燃機関では、排気ガスが NO_X 触媒内にその一端面を介し流入し NO_X 触媒からその他端面を介し流出するように排気ガスを案内するか、又は NO_X 触媒内にその他端面を介し流入し NO_X 触媒からその一端面を介し流出するように排気ガスを案内するかを切り替えているということになる。

【0126】

また、図22に示される内燃機関では、例えば排気管20aの枝管91’から排気管20cの枝管92’までの排気通路部分に着目すると、排気管20aの枝管91”から排気管20cの枝管92”までの排気通路部分はバイパス通路として作用すると見ることもできる。この場合、第2の還元剤供給弁77”、第2のパティキュレートフィルタ69”、第2の NO_X 触媒81”はそれぞれ、バイパス通路内に配置された追加の還元剤供給弁、追加のパティキュレートフィルタ、追加の NO_X 触媒を構成しているということになる。

【0127】

【発明の効果】

大気中に排出されるサルフェートの量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

内燃機関の全体図である。

【図 2】

触媒コンバータの構造を示す図である。

【図 3】

切替弁が順流位置又は逆流位置にあるときの排気ガスの流れを説明するための図である。

【図 4】

パティキュレートフィルタの隔壁の部分拡大断面図である。

【図 5】

本発明による第 1 実施例を説明するためのタイムチャートである。

【図 6】

切替弁がバイパス位置にあるときの排気ガスの流れを説明するための図である。

【図 7】

補助触媒のサルフェート変換効率を示す線図である。

【図 8】

切替弁が弱順流位置にあるときの排気ガスの流れを説明するための図である。

【図 9】

本発明による第 1 実施例の SO_x 制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 10】

微粒子制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 11】

本発明による第 1 実施例の微粒子酸化制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 12】

本発明による第 1 実施例の蓄積 SO_x 量減少制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 3】

本発明による第 2 実施例を説明するためのタイムチャートである。

【図 1 4】

本発明による第 2 実施例を説明するためのタイムチャートである。

【図 1 5】

本発明による第 2 実施例の SO_X 制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 6】

本発明による第 2 実施例の微粒子酸化制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 7】

本発明による第 2 実施例の蓄積 SO_X 量減少制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 8】

SO_X 除去制御を説明するためのタイムチャートである。

【図 1 9】

SO_X 除去制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 2 0】

別の実施例を示す図である。

【図 2 1】

図 2 0 に示される実施例の切替弁の位置を説明するための図である。

【図 2 2】

別の実施例を示す図である。

【図 2 3】

図 2 2 に示される実施例の切替弁の位置を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 … 機関本体
- 2 0 a … 排気管
- 2 2 … 触媒コンバータ
- 6 1 … 切替弁

6 4 …排気ガス排出管

6 7 …環状排気管

6 9 …パティキュレートフィルタ

7 6 …補助触媒

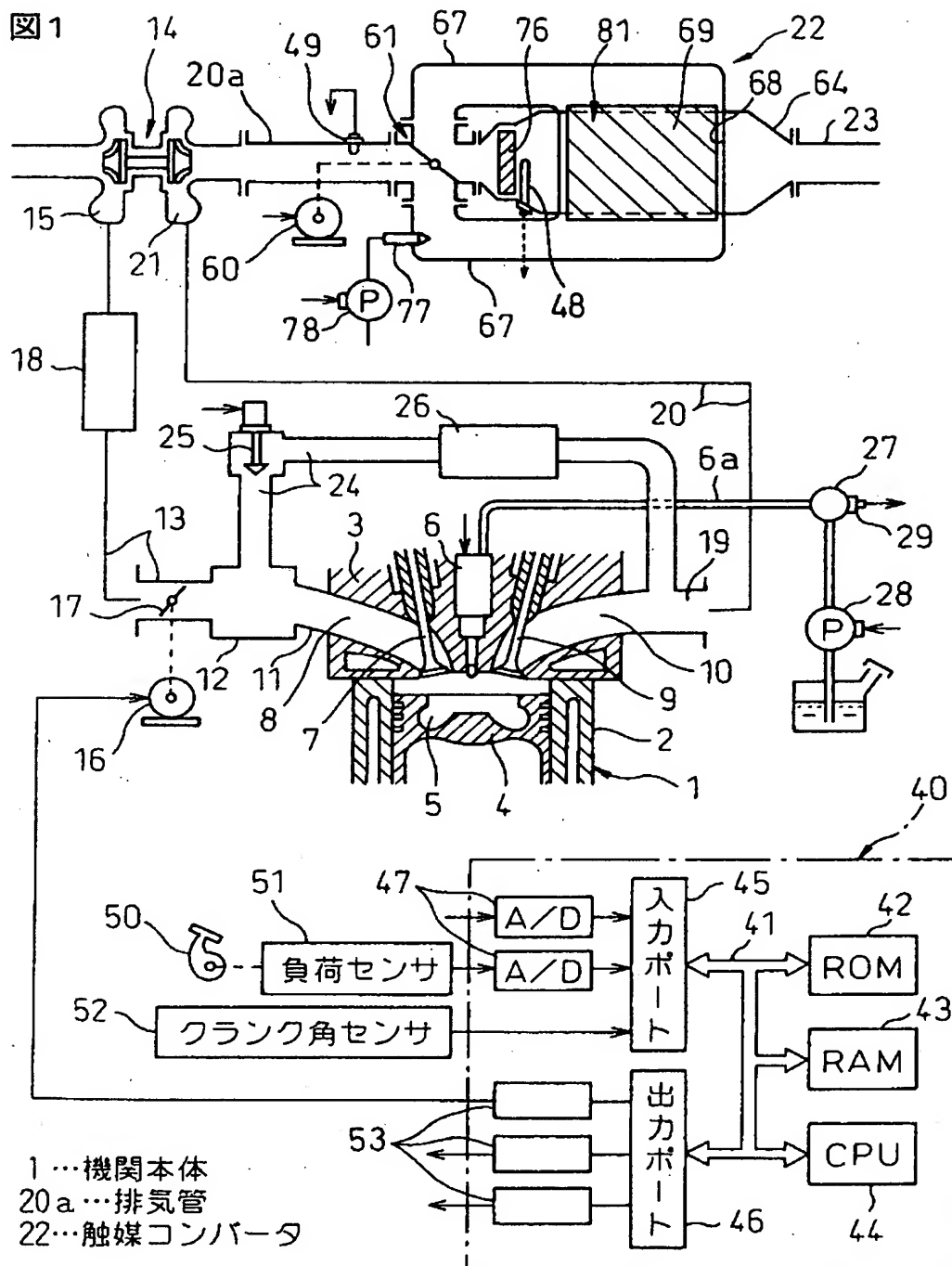
7 7 …還元剤供給弁

8 1 … NO_x 触媒

【書類名】

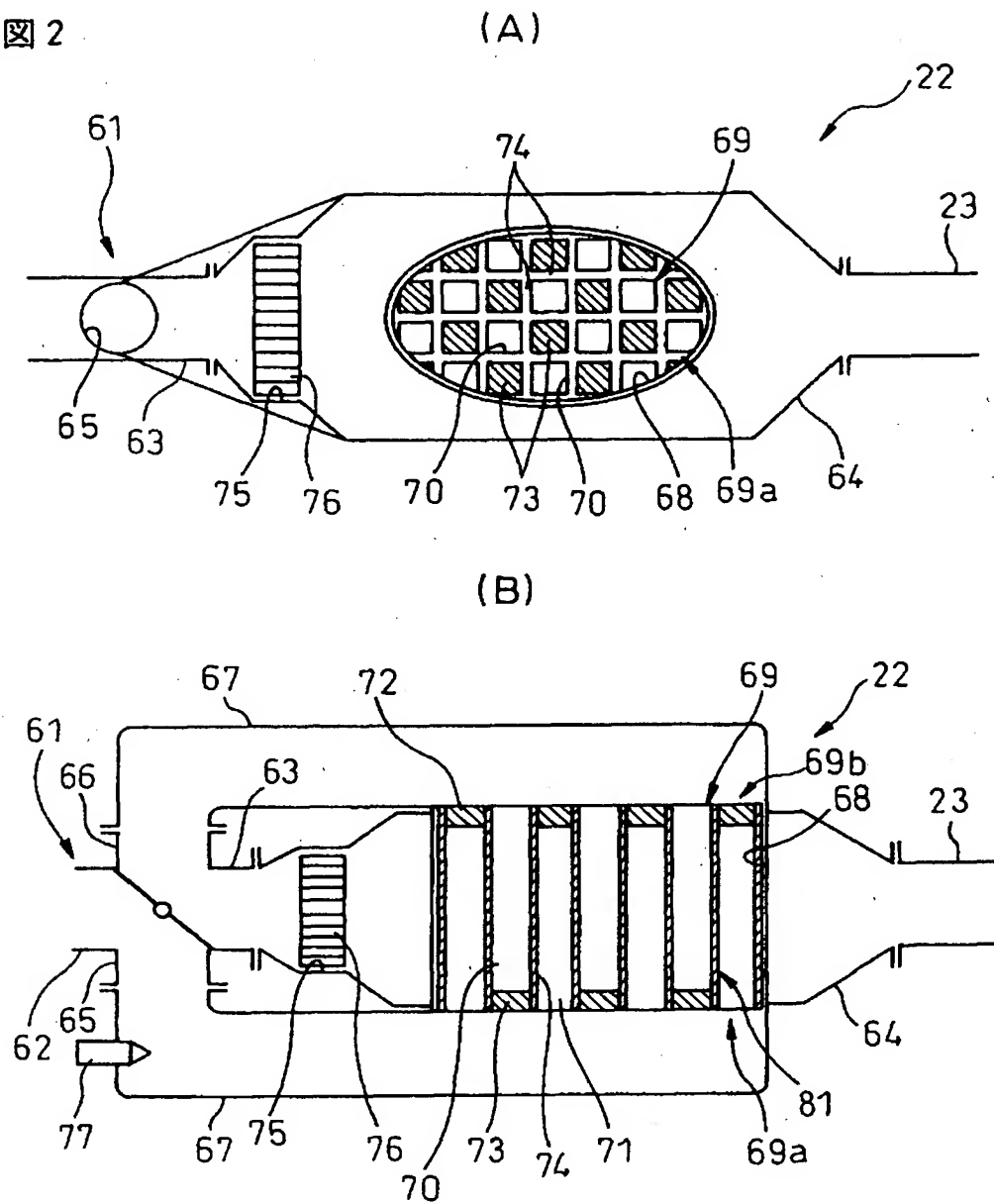
図面

【図 1】



【図2】

図2

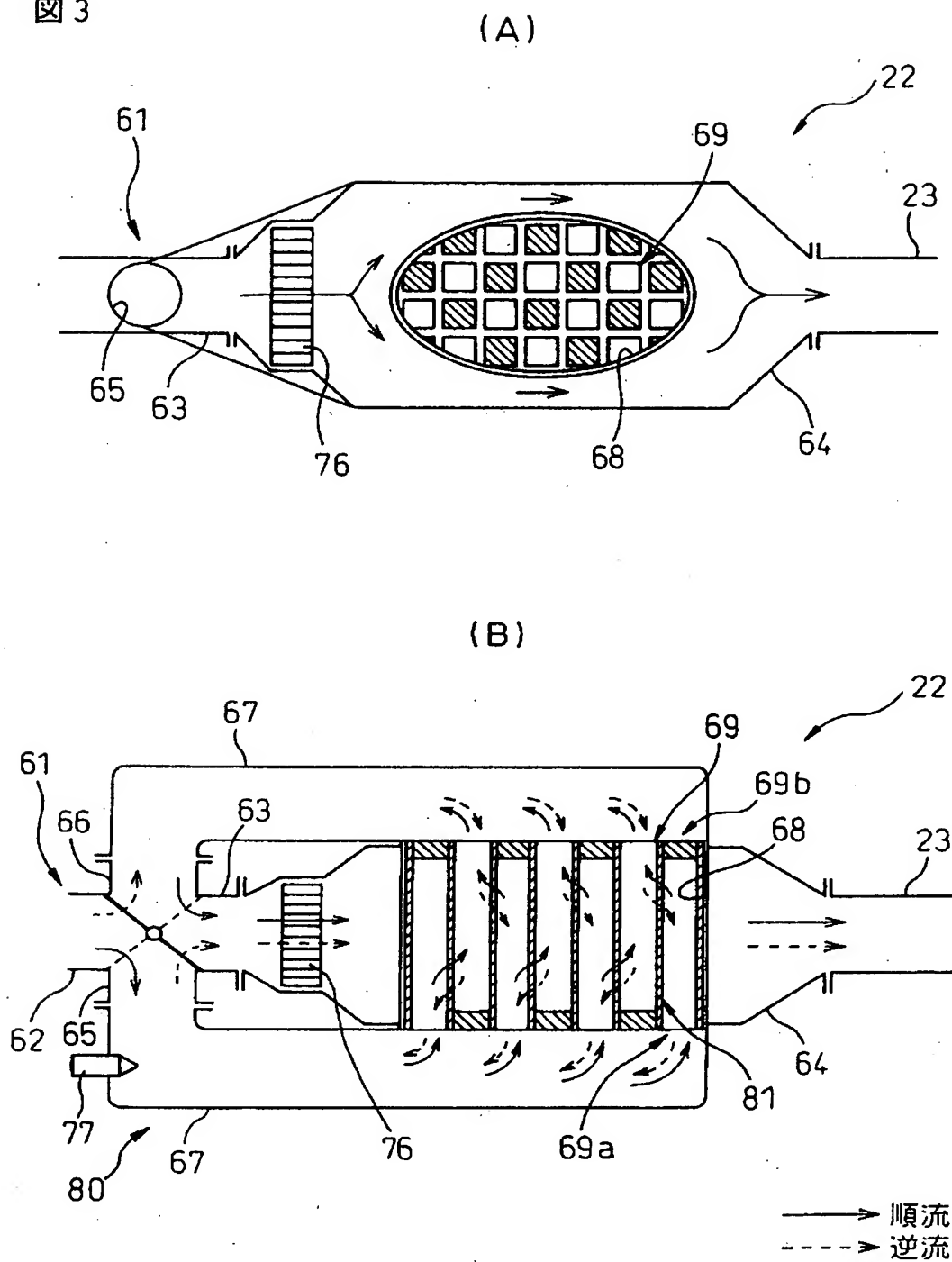


61…切替弁
67…環状排気管
69…パティキュレートフィルタ

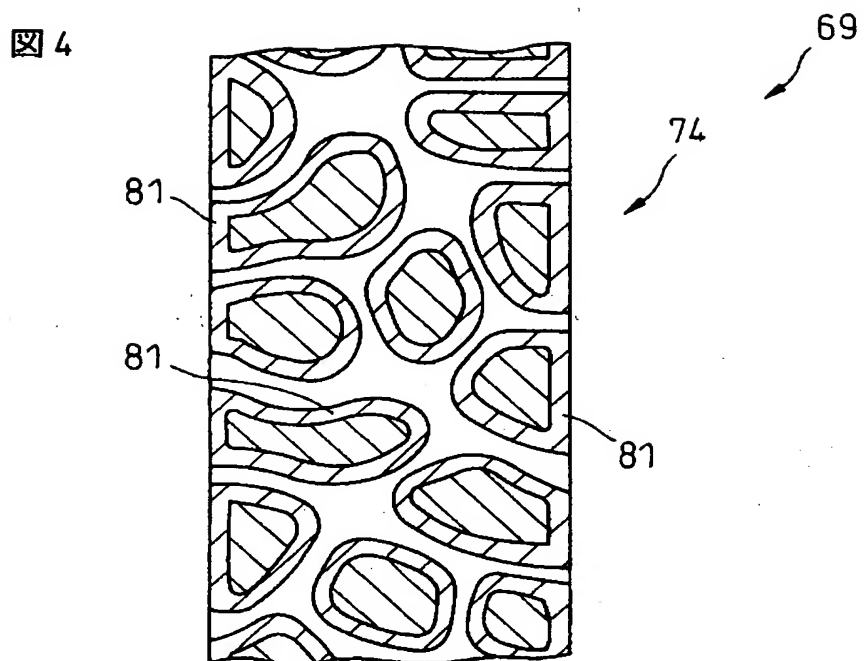
76…補助触媒
77…還元剤供給弁
81… NO_x 触媒

【図 3】

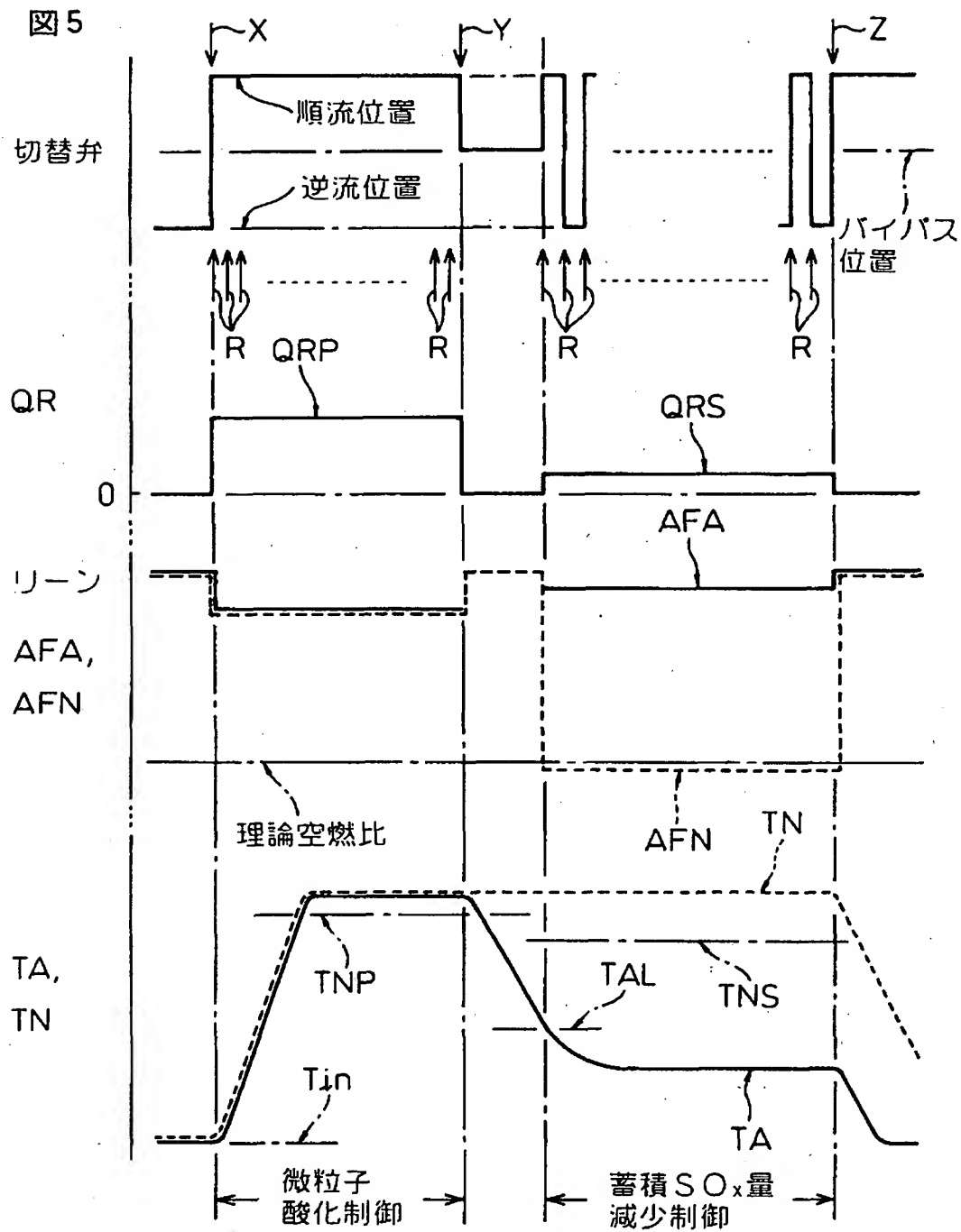
図 3



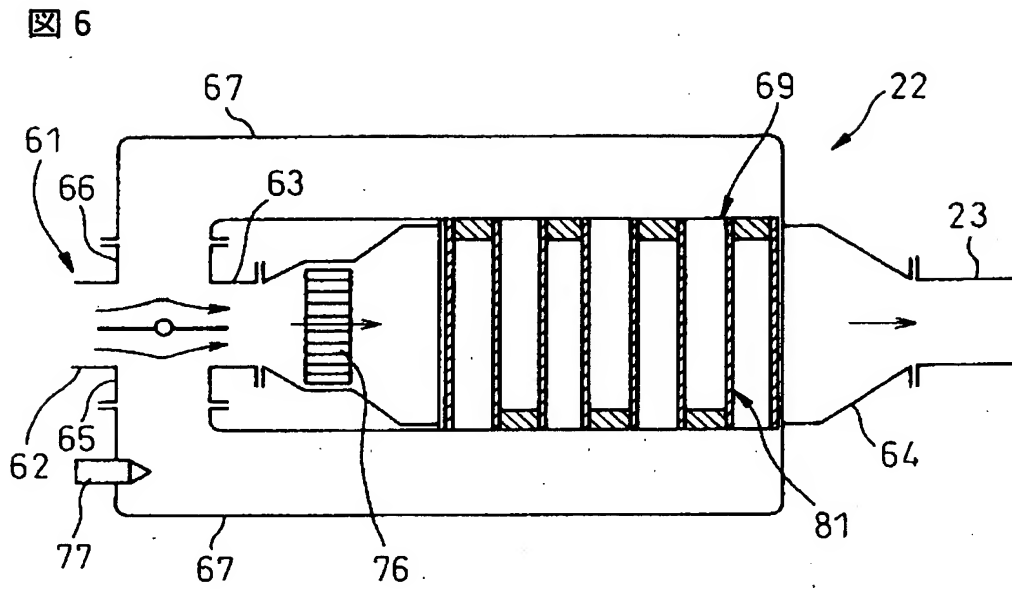
【図 4】



【図5】



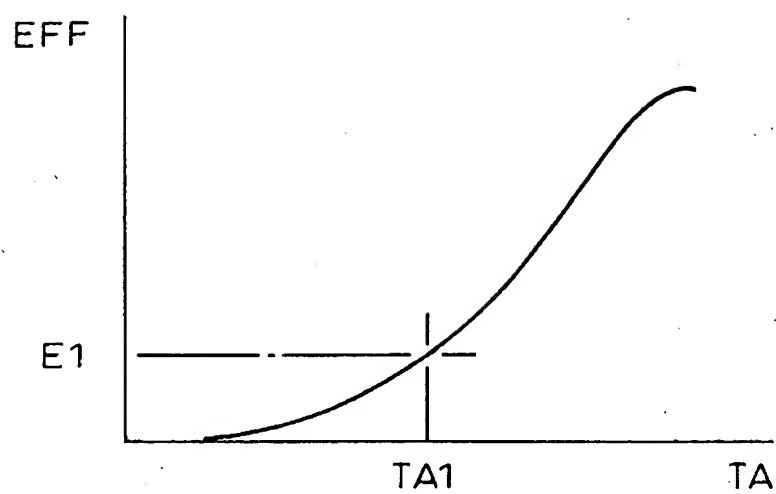
【図 6】



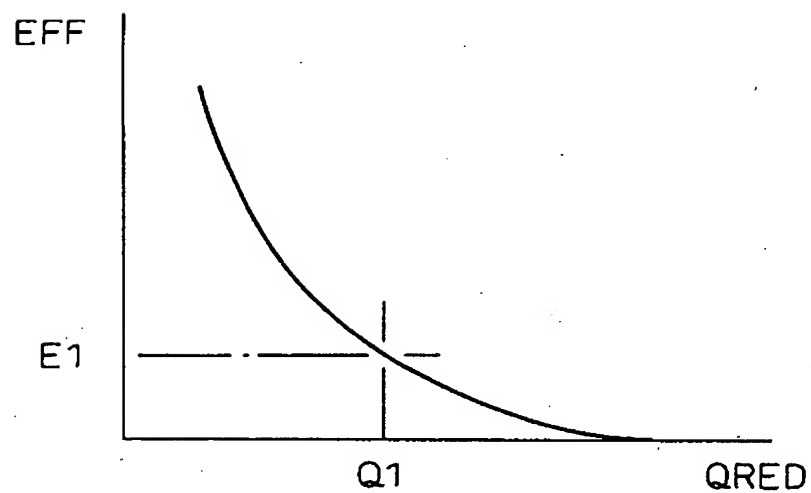
【図 7】

図 7

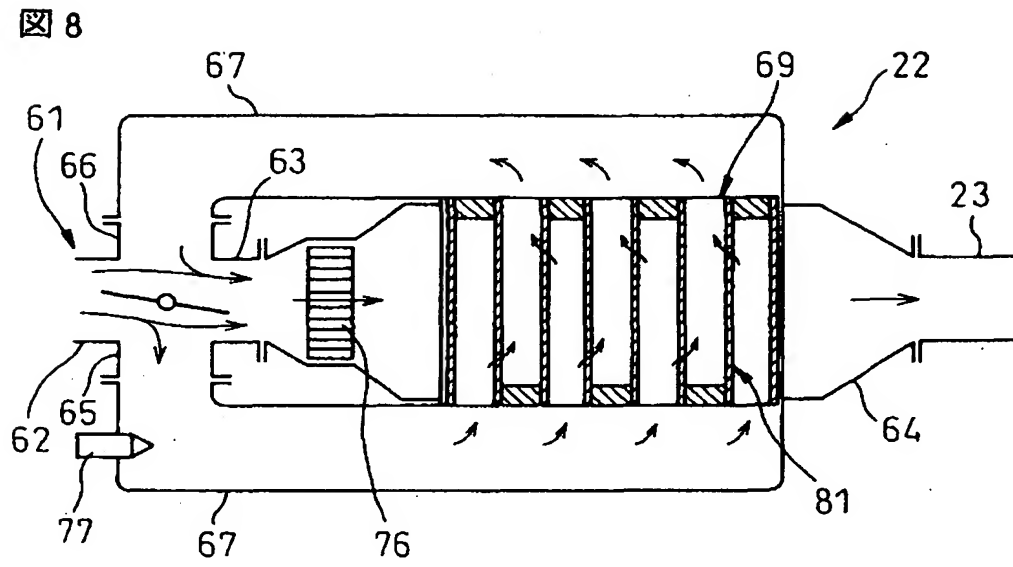
(A)



(B)

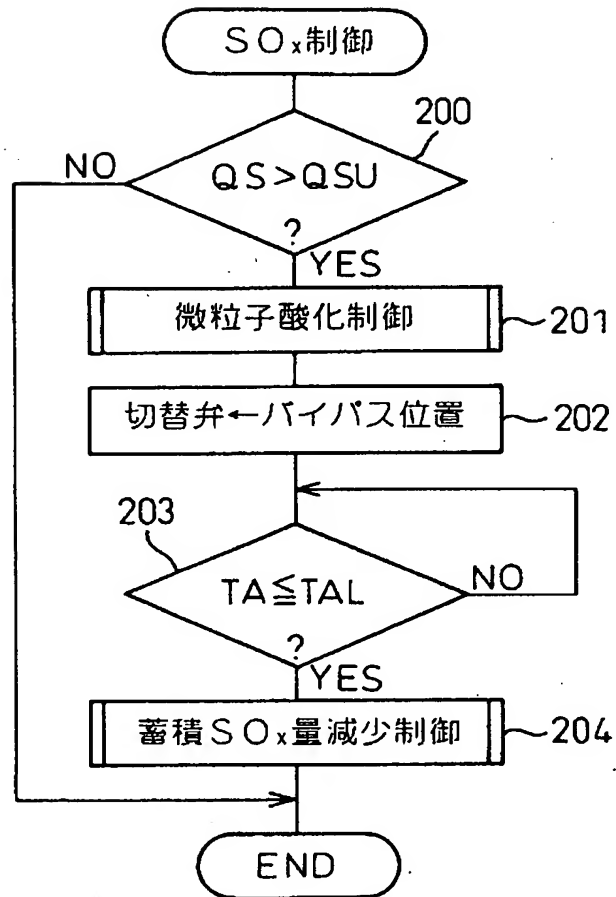


【図 8】



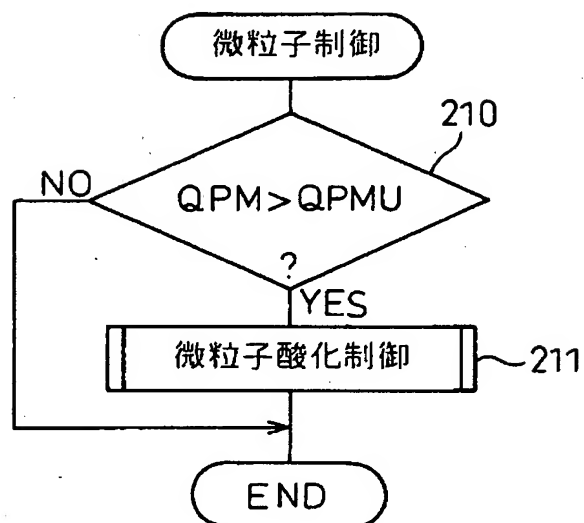
【図 9】

図 9



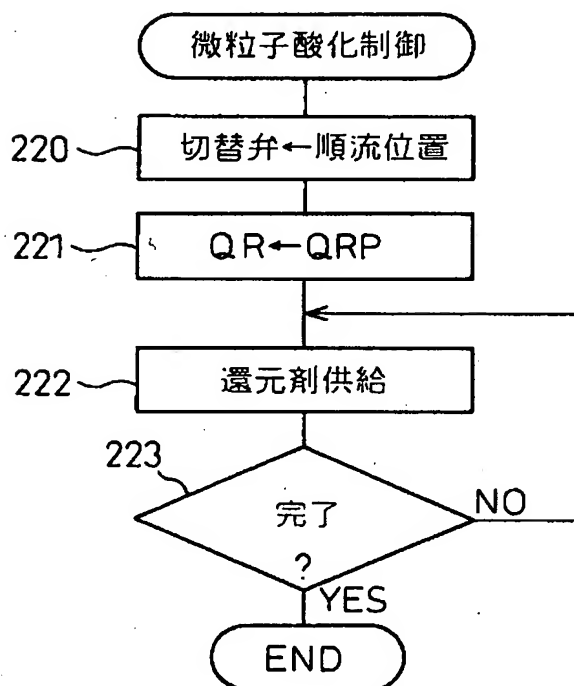
【図 1 0】

図 10



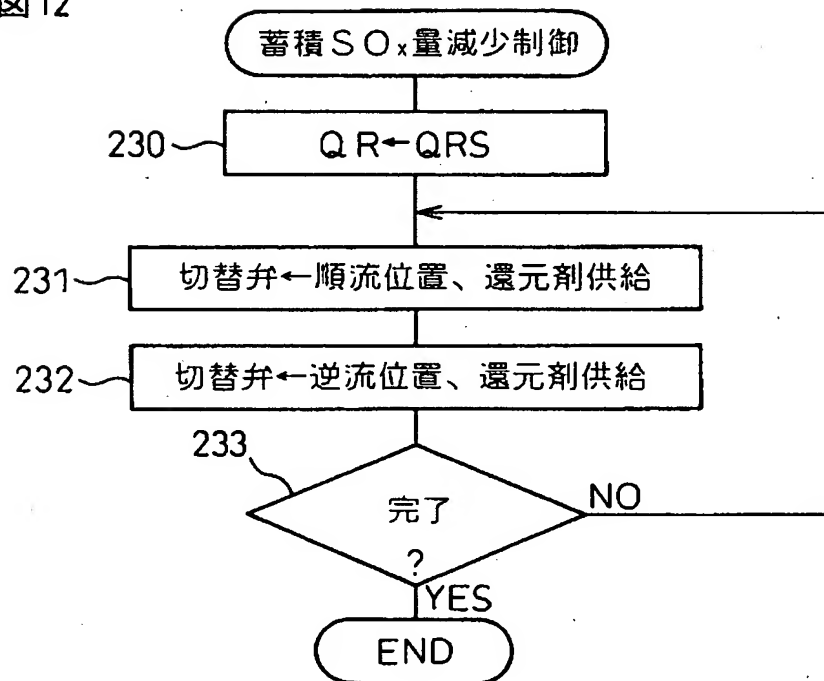
【図 1 1】

図 11

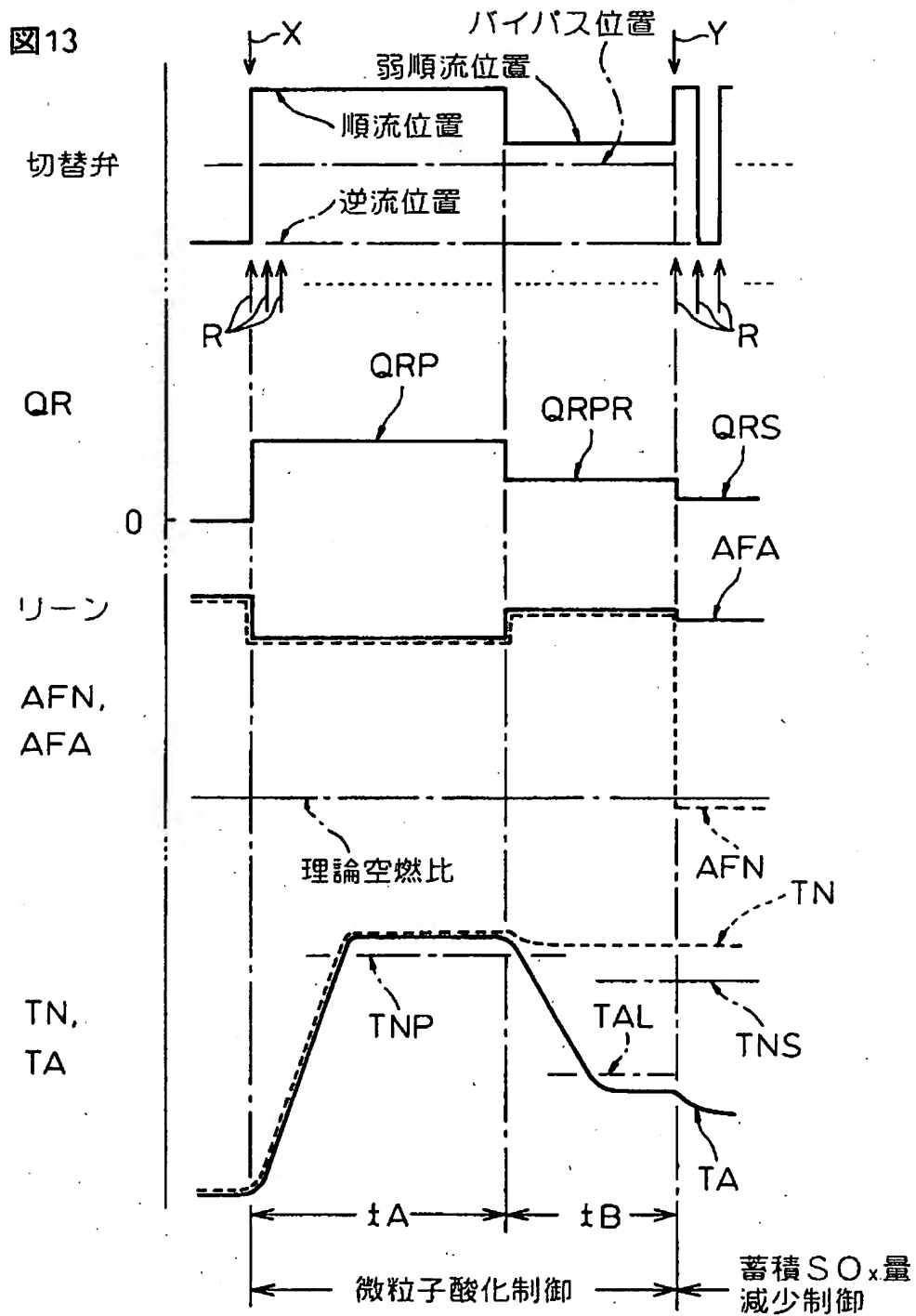


【図 1 2】

図 12

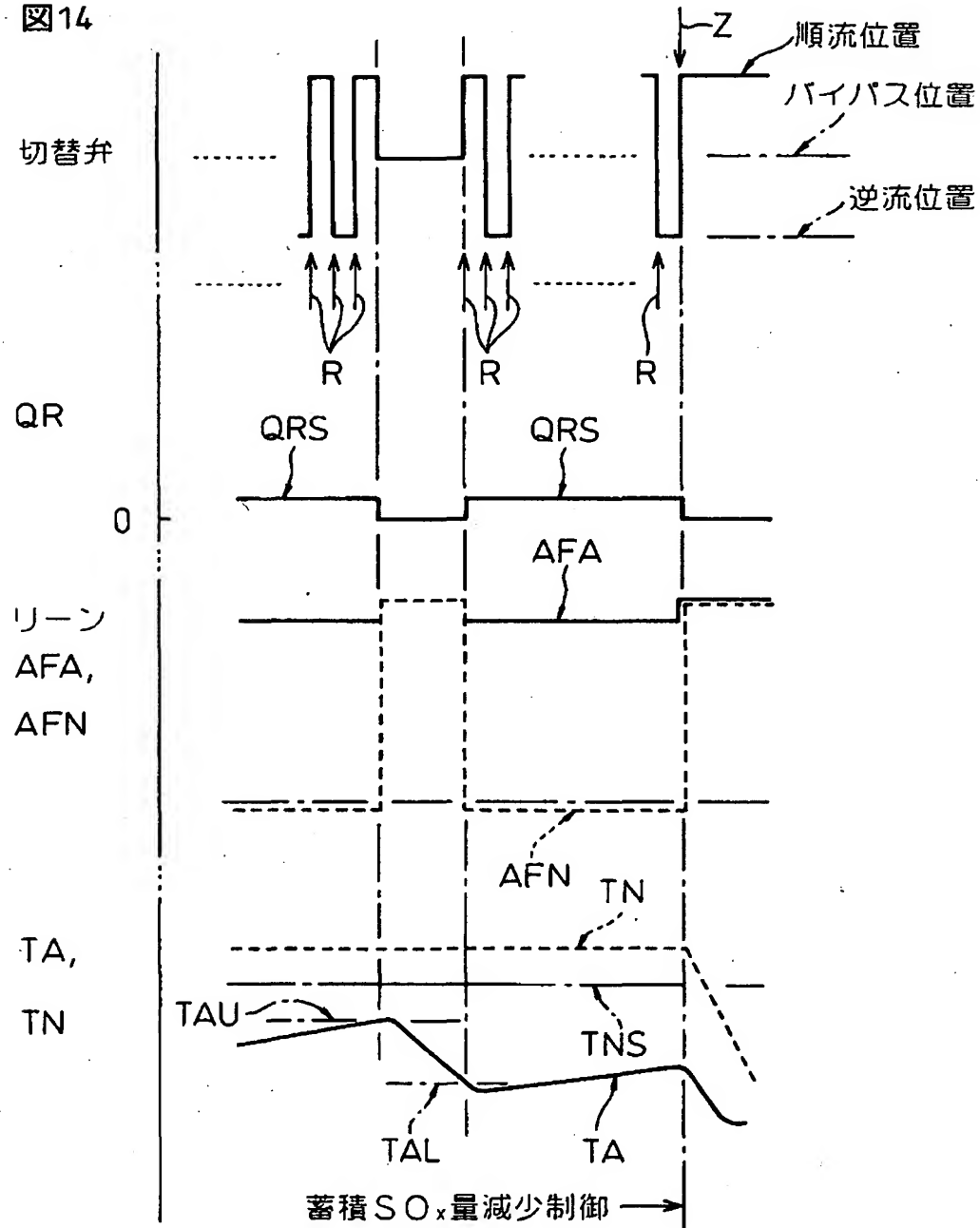


【図13】



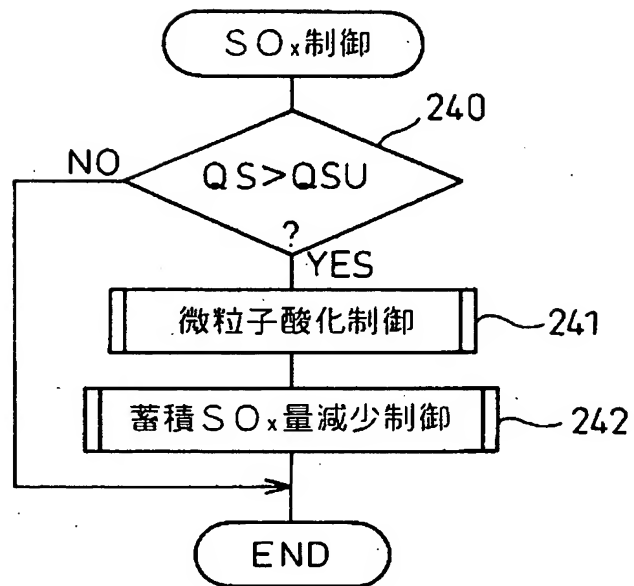
【図14】

図14



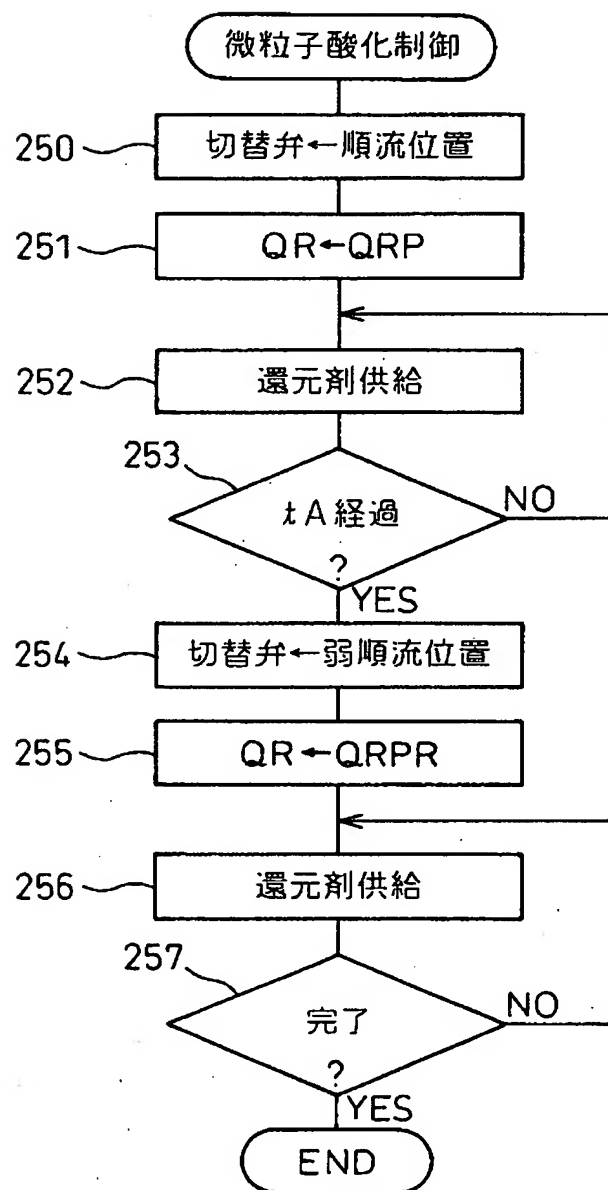
【図15】

図15



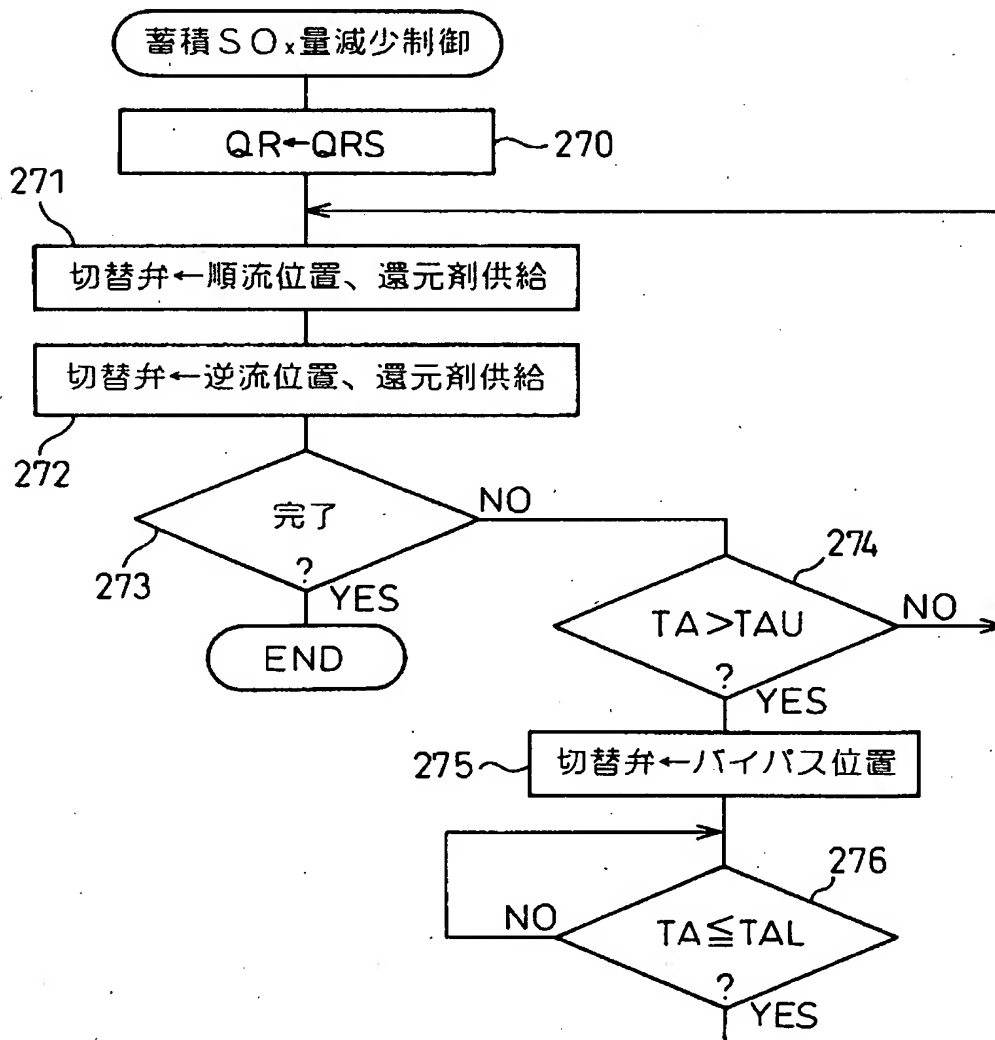
【図 1 6】

図 16



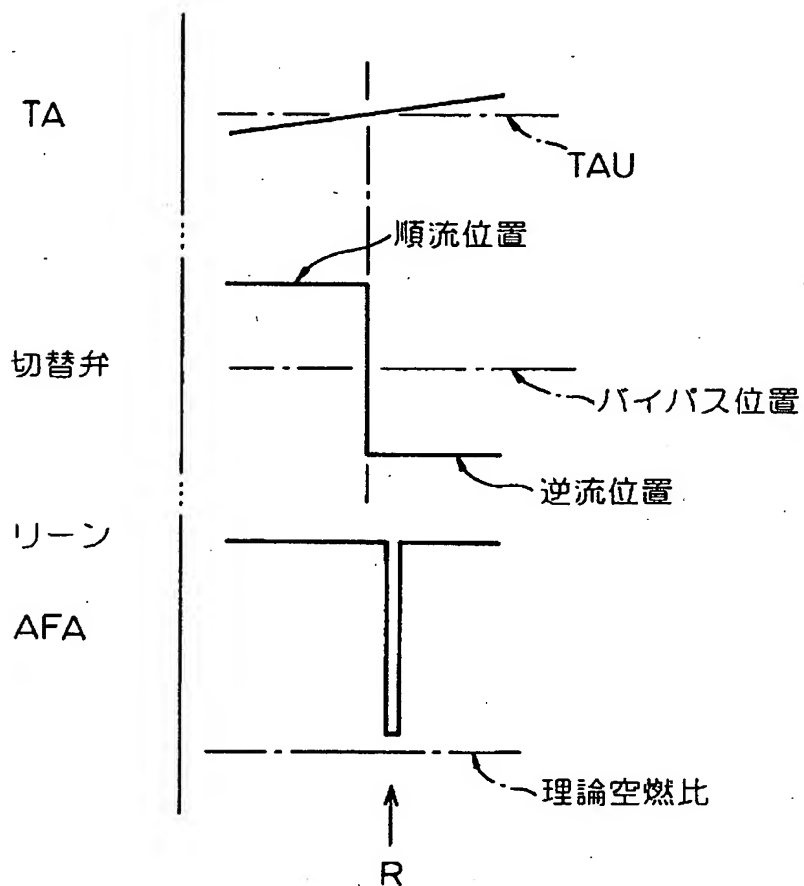
【図 17】

図17



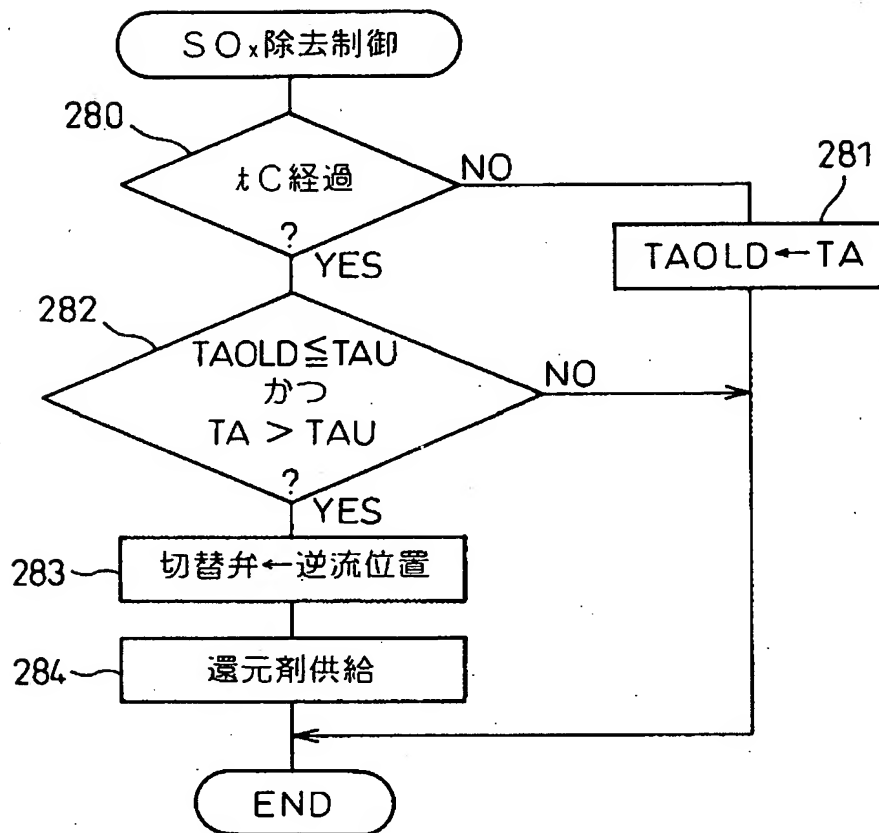
【図18】

図18

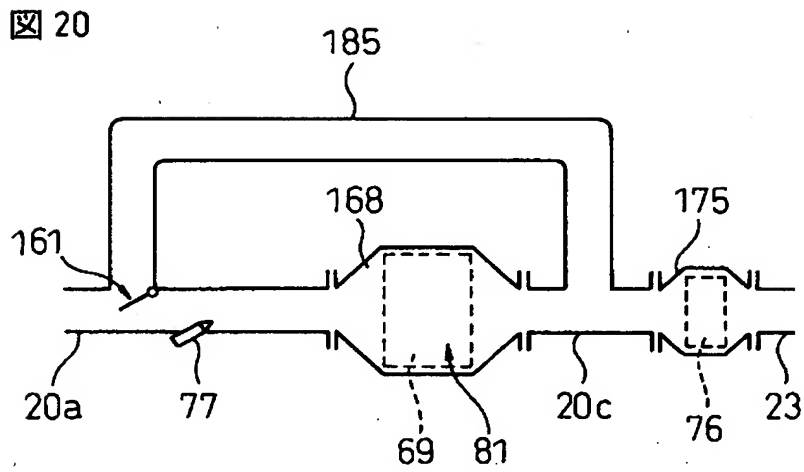


【図 1 9】

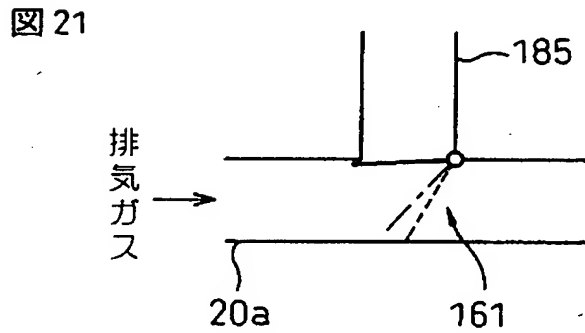
図 19



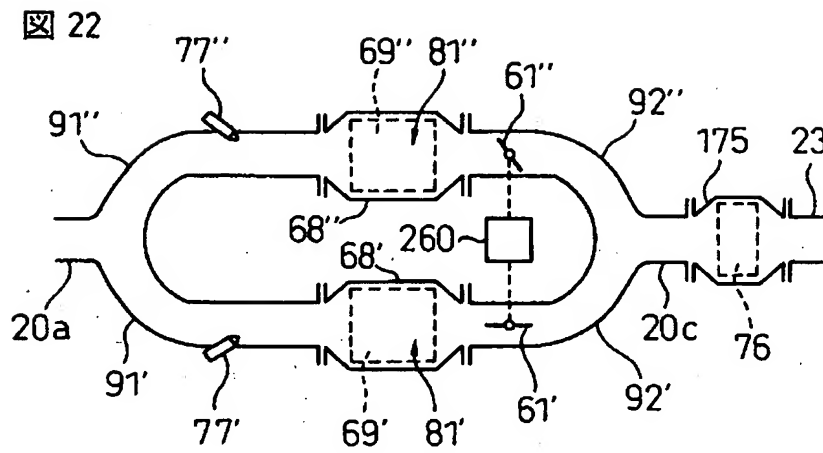
【図 2 0】



【図 2 1】

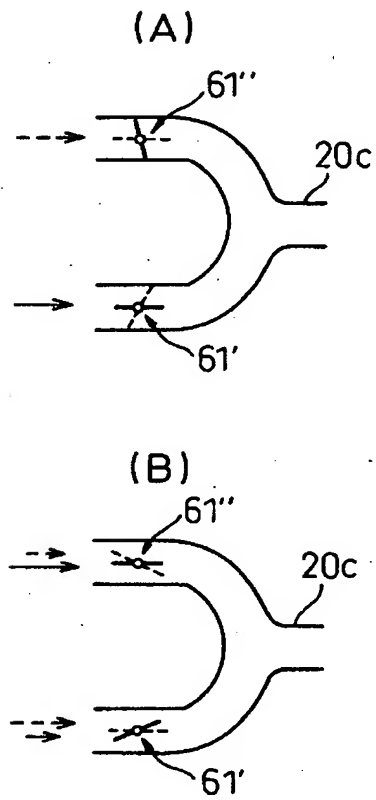


【図 2 2】



【図 2 3】

図 23



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大気中に排出されるサルフェートの量を低減する。

【解決手段】 NO_x 触媒を担持したパティキュレートフィルタ下流の排気通路内に補助触媒を配置する。 NO_x 触媒内の蓄積 SO_x 量を減少させる蓄積 SO_x 量減少制御を行うべきときにはまず、微粒子酸化制御が行われ、パティキュレートフィルタ上の堆積微粒子量が減少される。次いで、切替弁がバイパス位置に一時的に保持され、それによって補助触媒の温度 T_A が低下される。次いで、補助触媒の温度 T_A が許容上限温度 T_{AL} 以下になったら、蓄積 SO_x 量減少制御が開始される。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社